

## **PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO SOB MATA NATIVA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAFÉ ORGÂNICO, EM CONVERSÃO E CONVENCIONAL**

THEODORO, V.C.A.<sup>1</sup>; ALVARENGA, M.I.N.<sup>2</sup>; GUIMARÃES, R.J.<sup>3</sup> e MOURÃO JÚNIOR, M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Agrônoma, Ms Fitotecnia, Cx. P. 37 CEP37200-000 Lavras-MG, <theodoro@lavras.br>; <sup>2</sup> Pesquisadora da EPAMIG/CTSM - Lavras-MG; <sup>3</sup> Professor do DAG/UFLA-Lavras-MG; <sup>4</sup> Biólogo, Ms Estatística.

**RESUMO:** As propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro (LE) sob cafeeiros em sistemas de produção orgânica {O}, em conversão {E} e convencional {CV} foram estudadas em relação a um fragmento de mata nativa {MN}. Em duas fazendas contíguas localizadas na cidade de Santo Antônio do Amparo em Minas Gerais, apresentando a mesma cultivar (Acaíá IAC-474-19), idade (5 anos) e tipo de solo, em julho de 1999, foram coletadas amostras de solo na região de projeção da copa das plantas, na profundidade de 0-20 cm, e avaliadas segundo a metodologia corrente. Foram feitas análises de argila dispersa em água (ADA), densidade de partículas (Dp), densidade do solo (Ds), estabilidade de agregados em água, macroporosidade e microporosidade, porosidade total (VTP), umidade atual e teor de matéria orgânica. O sistema {CV} apresentou maior teor de matéria orgânica e microporosidade, e os sistemas {E} e {O} apresentaram maior ADA. A estabilidade de agregados foi maior no solo sob {MN}, seguido dos sistemas sob cultivo do cafeeiro, devido à permanência de maior porcentagem de agregados na peneira com malhas maiores que 2,0 mm de diâmetro. Em relação à condição natural de ocorrência do LE, os sistemas de produção do cafeeiro contribuíram positivamente para a conservação dos atributos físicos após cinco anos de implantação da lavoura.

**Palavras-chave:** Café, solo, sistema de produção, café orgânico.

**ABSTRACT:** The physical properties of Dark-Red Latosol (LE) under coffee trees in systems of organic {O}, in conversion {E} and conventional {CV} production, were studied relative to a patch of native wood {NW} on two neighboring farms situated in the town of Santo Antonio do Amparo/MG. The farmings presented the same cultivar (Acaíá IAC-474-19) and age (five years). The samplings for physical analyses of the soil were performed in July/99. It was found that the systems of coffee tree production contributed positively toward the conservation of the physical attributes of soil, after five years establishment of the crop.

**Key words:** coffee, soil, production system, organic coffee.

## INTRODUÇÃO

Entre as diversas técnicas de manejo adotadas pela agricultura orgânica, algumas afetam positivamente as propriedades do solo, principalmente tratando-se de agroecossistemas perenes, como a manutenção da cobertura permanente do solo, a integração da adubação orgânica e verde, o controle da erosão através do estabelecimento de curvas de nível, terraceamento e faixas de retenção, cultivo mínimo e cultivo em faixa ou bordadura. Procura-se preparar e cultivar o solo sem pulverizá-lo, não prejudicando a sua estrutura e não invertendo as suas camadas, como acontece normalmente no preparo convencional. Diante disso, objetivou-se, neste trabalho, caracterizar as alterações dos parâmetros físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro sob sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional, em comparação a um fragmento de mata nativa.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constou de um levantamento de dados por um período de um ano, sendo as amostragens realizadas em julho/99. Foi utilizado LE sob sistemas orgânico {O}, em conversão {E} e convencional {CV}, adotando-se como testemunha o solo de um fragmento de mata nativa {MN}, compondo os quatro ambientes de estudo ou tratamentos.

A demarcação de talhões foi feita com um número médio de 2.500 covas. Cada talhão apresentou quatro parcelas experimentais, cada uma contendo 40 plantas, com 16 plantas úteis e 24 plantas na bordadura. As duas linhas laterais foram também consideradas como bordadura. As amostragens para determinação dos parâmetros físicos de solo foram feitas na projeção da copa do cafeeiro (local de adubação), a uma profundidade de 0-20 cm, nas quatro repetições/talhão já demarcadas, para a mata nativa e cada um dos três sistemas de produção do cafeeiro estudados. No fragmento de mata nativa {MN}, foram estabelecidos quatro pontos de amostragem de acordo com a topografia dos talhões de café. Foram adotadas quatro repetições para amostras deformadas e indeformadas (anel volumétrico).

A umidade atual (UA) do solo foi determinada pelo método que utiliza estufa a 105-110°C (Uhlund, 1951). A densidade de partícula (Dp), expressa em  $\text{g.cm}^{-3}$ , foi determinada pelo método do picnômetro, conforme metodologia descrita por Blake e Hartge (1986b) e Carvalho (1985). A densidade

do solo (Ds) é definida como a relação entre a massa de sólidos secos e o volume total de um solo em sua condição natural e de campo (incluindo o volume de sólidos e o espaço poroso). A massa é determinada após secagem do material em estufa à temperatura de 105-110°C, durante 24 horas (Blake e Hartge, 1986a). A amostragem para determinação da Ds foi feita pela introdução no solo do conjunto de cilindro de Uhlund com volume conhecido. O volume total de poros (VTP) foi calculado usando-se os volumes da densidade do solo (Ds) e densidade de partícula (Dp), através da equação proposta por Vomocil (1965):  $VTP(\%) = (1 - Ds/Dp) \times 100$ . O método utilizado para as estimativas de macro e microporosidade do solo foi o descrito por Oliveira (1968). Para determinação da estabilidade de agregados, adotou-se a técnica descrita por Kemper e Chepil (1965) e Yoder (1936).

Os efeitos dos diferentes sistemas de produção do cafeeiro sobre as propriedades físicas do LE estudado foram verificados a partir da análise de variância, segundo delineamento inteiramente casualizado, com três sistemas de produção: café convencional {CV}, café orgânico {O}, café em conversão {E} e fragmento de mata nativa {MN} e as quatro repetições. A diferença entre as médias foi avaliada através do teste de Duncan a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas do solo demonstraram, de maneira geral, que o período de avaliação foi insuficiente para permitir a detecção de efeitos mais pronunciados, provenientes dos manejos adotados nos diferentes sistemas de produção do cafeeiro, sugerindo a necessidade de estudos mais aprofundados e com período maior de implantação das lavouras.

Segundo a CFSEMG (1999), os teores de m.o. encontrados na camada superficial em todos os tratamentos foram classificados como médio (2,01 a 4,0%) (Figura 1d). Entretanto, foi notada no sistema {CV} uma nítida tendência em apresentar maior teor de m.o. entre os tratamentos (Tabela 1). Esse fato pode ser explicado pela prática de aplicação de casca de café com periodicidade bianual e análise do histórico de utilização da área experimental convencional, onde há quarenta anos foi conduzida lavoura de café exclusivamente com adubação orgânica. Para Rasmussen e Collins (1991), o teor de m.o. em solos cultivados muda lentamente com o tempo, em função do uso e do manejo, nos quais as diferenças são difíceis de serem detectadas a curto prazo; entretanto, com o transcorrer de muitos anos, essas diferenças se tornam grandes o suficiente para uma variabilidade analítica. Halvorson et al. (1997) mostraram, em uma escala temporal, que o teor de m.o. se insere entre os indicadores de qualidade do solo, o qual é relativamente estático ou variável em espaço de tempo de 10 a 1.000 anos.

As médias da Dp não apresentaram influência dos tratamentos, devido provavelmente aos teores médios de m.o. encontrados, além de estarem em condições de solo mineralogicamente idênticos, pois a Dp não é influenciada por alterações mecânicas, mas sim pelo teor de matéria orgânica. A média da Dp encontrada em todos os tratamentos foi de 2,64 g.cm<sup>-3</sup> (Tabela 1), concordando com o intervalo ideal citado por Ferreira (1993), que varia de 2,6 a 2,7 g.cm<sup>-3</sup>. O valor médio de Ds encontrado em todos os tratamentos foi 1,22 g.cm<sup>-3</sup> (Tabela 01), não sendo suficiente para comprometer o espaço radicular. De acordo com Archer e Smith (1972), o limite máximo tolerado da densidade aparente para solos argilosos é de 1,2 g.cm<sup>-3</sup>, e solos com densidade aparente acima de 1,3 g.cm<sup>-3</sup> apresentam sérias desvantagens quanto à permeabilidade e aeração. Esse resultado está associado, claramente, às operações de preparo do solo, plantio do café, controle de ervas espontâneas, adubação e colheita, que ocorreram desde 1995. A variabilidade espacial de Ds é causada pelo tráfego de máquinas durante as operações de manejo, pelo efeito do sistema radicular e pelos processos de umedecimento e secagem do solo. Alguns fatores favoreceram os valores da Ds encontrados nos solos sob cultivo do cafeeiro, como o período relativamente curto de avaliação (cinco anos) e a adoção do adensamento nas lavouras cafeeiras, o que restringe a mecanização dos tratos culturais após a implantação da cultura. Portanto, a influência das operações de preparo de solo e do manejo nos sistemas {CV}, {E} e {O} foi positiva na manutenção da Ds, em comparação ao ecossistema natural (MN).

**Tabela 1** - Valores de matéria orgânica: m.o. (%), densidade do solo: Ds (g.cm<sup>-3</sup>), densidade de partículas: Dp (g.cm<sup>-3</sup>); VTP: volume total de poros (%), macroporosidade (%) e microporosidade (%)

Sistemas	[m.o.]	[Ds]	[Dp]	[VTP]	[MACRO]	[MICRO]
{CV}	3,90 a	1,20 a	2,70 a	42,75 a	14,18 a	40,90 a
{E}	3,23 b	1,21 a	2,60 a	53,74 a	19,55 a	26,68 bc
{O}	3,10 b	1,27 a	2,65 a	52,44 a	14,38 a	38,08 ac
{MN}	3,08 b	1,20 a	2,60 a	53,93 a	17,98 a	35,98 ac
Média	3,33	1,22	2,64	50,71	16,52	35,41

Valores precedidos de mesma letra, na vertical, não diferem significativamente a 5%, pelo teste de Duncan. Tratamentos: {CV} café convencional, {E} café em conversão, {O} café orgânico e {MN} mata nativa.

O valor médio em todos os tratamentos, encontrado para o VTP, foi de 50,71%, e para a macroporosidade foi de 16,52% (Tabela 1). A modificação na porosidade de um solo pode ser consequência de vários fatores ligados ao cultivo. O revolvimento aumenta a oxidação dos compostos orgânicos do solo, que perdem a sua ação cimentante de agregados, induzindo a redução na porosidade,

como resultado da subdivisão dos agregados maiores. Outro fator consiste no esmagamento e na pulverização dos agregados pela ação física dos implementos, diminuindo, assim, a porosidade total do solo. Os resultados encontrados devem estar refletindo a pouca movimentação do solo sob cultivo do cafeeiro adensado.

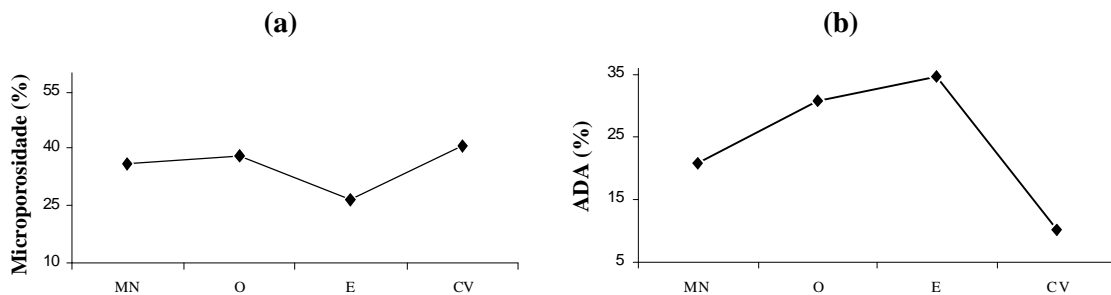
Observou-se aumento nos valores de microporosidade nos sistemas {CV} e {O} em relação à {MN}, exceto para o sistema {E}, que apresentou o menor valor (Tabela 1 e Figura 1a). De modo quase generalizado, tem-se constatado que as variáveis relacionadas com a estruturação do solo apresentam alta sensibilidade aos sistemas de manejo, refletindo essas alterações pelo aumento nos valores da microporosidade em consequência da diminuição da porosidade total e macroporosidade. Estatisticamente, não foram detectados resultados que concordem com essas conclusões no presente trabalho, pois não houve alteração do VTP e da macroporosidade do LE estudado, submetido ao cultivo do cafeeiro e sob mata, devido ao tempo de implantação da cultura.

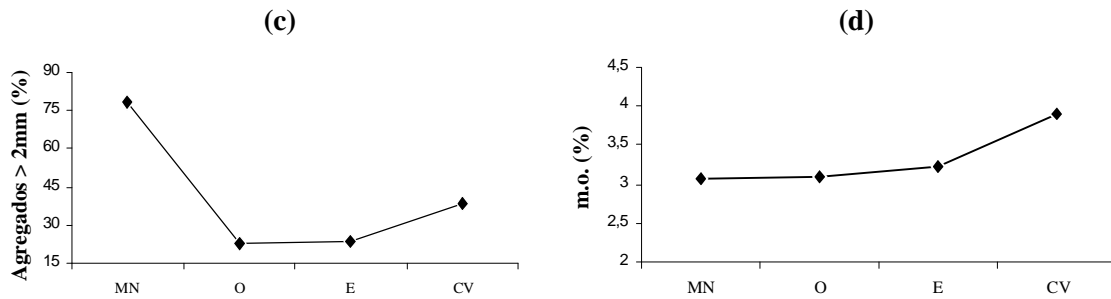
**Tabela 2** - Valores de umidade atual (%), argila dispersa em água (%) e agregados >2 mm (%)

Sistemas	Umidade atual	Argila dispersa em água	Agreg. > 2mm
Café convencional {CV}	14,80	10,25	38,58
Café em conversão {E}	18,03	34,63	23,45
Café orgânico {O}	18,96	30,75	23,20
Mata nativa {MN}	19,31	20,75	78,18
Média	17,77	23,39	40,85

Valores precedidos de mesma letra não diferem, a 5%, pelo teste de Duncan. {CV}.

O valor médio para a umidade atual (UA) encontrado foi de 17,77% em todos os tratamentos (Tabela 2). Este resultado está associado aos teores médios de matéria orgânica e textura argilosa encontrados em todos os tratamentos na camada de 0-20 cm, o que poderia ter contribuído para que não houvesse diferença na retenção de umidade.



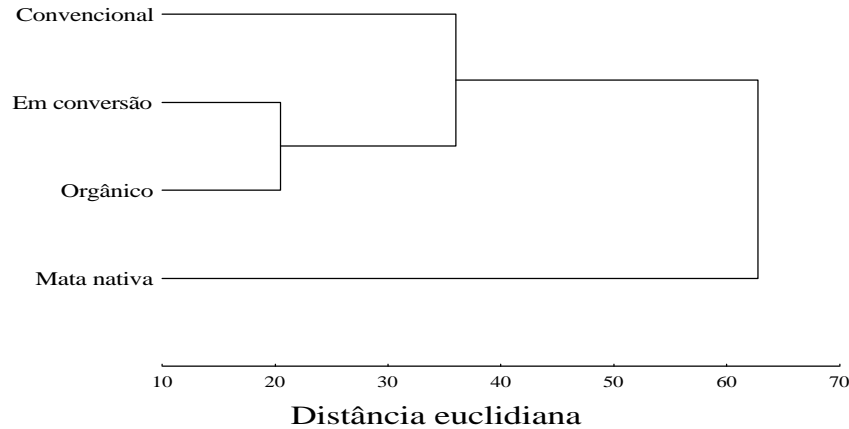


**Figura 1** - Alterações nas características físicas de um LE, sob mata nativa {MN} e cultivado com cafeeiros em sistemas de produção convencional {CV}, em conversão {E} e orgânico{O}.

Os teores de ADA variaram tanto nos sistemas de produção do cafeeiro quanto na {MN} (Tabela 2 e Figura 1b). Os maiores valores foram detectados nos sistemas {E} e {O}, seguidos por {MN} e {CV}. Os menores valores encontrados parecem estar associados à maior concentração de alumínio trocável na {MN-0,58 cmolc.dm<sup>-3</sup>} e no sistema {CV-0,08 cmolc.dm<sup>-3</sup>}, favorecendo a estabilidade da ligação partícula-partícula. O processo de dispersão e floculação de argilas é regulado pela dinâmica da dupla camada difusa, que sofre maior redução em sua espessura, tendendo a flocular os colóides na presença de íon trivalente. Por outro lado, o maior teor de matéria orgânica no solo do sistema {CV-3,9%} pode ter contribuído para a estabilidade da ligação partícula-partícula, na qual provavelmente a matéria orgânica estaria agindo como agregante, ou, então, a calagem e adubação estariam fazendo a floculação das argilas através do cátion cálcio, o qual, de acordo com Fassbender (1980), Medina (1972) e Primavesi (1980), é um agente floculante.

A estabilidade de agregados foi maior no solo sob {MN}, seguido dos sistemas sob cultivo do cafeeiro, devido à permanência de maior porcentagem de agregados maiores que 2 mm de diâmetro (Tabela 2 e Figura 1c). Uma das explicações principais para uma maior estabilidade de agregados, segundo Buckman e Brady (1976), é que a m.o. tem efeito cimentante, pela ação dos produtos de sua decomposição, que envolvem as partículas, unindo-as. O teor de m.o. no sistema {CV} foi maior do que nos sistemas {O} e {E} e no solo sob {MN}; no entanto, a estabilidade de agregados foi superior no solo sob {MN}, concordando com os resultados obtidos nas condições de Spera (1995).

A ordenação representada na Figura 2 registra três grupos evidentes: a) o fragmento de mata nativa {MN}, apresentando a maior estabilidade de agregados; b) os sistemas {O} e {E} registraram o maior teor de argila dispersa em água, sendo que nestes sistemas não se observou separação nítida, o que reflete maior homogeneidade entre eles; e c) o sistema {CV} apresentou maior teor de matéria orgânica e microporosidade.



**Figura 2** - Dendrograma de dissimilaridade entre o fragmento de mata nativa e os sistemas de produção do cafeeiro: convencional, em conversão e orgânico, em função das variáveis de física do solo na profundidade de 0-20 cm.

## CONCLUSÕES

- Os agroecossistemas cafeeiros não apresentaram degradação da estrutura do solo, devido à sua pouca movimentação em cafeeiro adensado.
- Em relação à condição natural de ocorrência do LE, os sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional contribuem positivamente para a conservação dos atributos físicos após cinco anos de implantação da lavoura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.I.N. **Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas**. Lavras:UFLA, 1996. 211p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).
- 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.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In:KLUTE, A. (ed.) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison:ASA-SSSA, 1986a. p.363-375.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (ed.) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison:ASA-SSSA, 1986b. p.377-382.
- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 4.ed. Rio de Janeiro:Freitas Bastos, 1976. 594p.
- CARVALHO, M.A. **Eficiência de dispersantes na análise textural de materiais de solos com horizonte B latossólico e B textural**. Lavras: ESAL, 1985. 79p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- COELHO, K.F.; THEODORO, V.C.A.; LOPES, L.M.V.; PEREIRA, R.G.F.A. Caracterização química e sensorial do café orgânico proveniente de Santo Antônio do Amparo/MG. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, Franca, 1999. **Anais...** Franca: MAA/SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1999. p.162-163.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação.** Lavras, 1999. 359p.
- FASSBENDER, H.W. **Química de suelos.** Turrialba:Matilde de La Cruz, 1980. 398p.
- FERREIRA, M. M. **Física do solo.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 63p.
- HALVORSON, J.J.; SMITH, J.L.; PAPENDICK, R.I. Issues of scale for evaluating soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.52, n.1, p.26-30, jan./feb.1997.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. (ed.). **Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling.** Madison:American Society of Agronomy, 1965. pt.1, p.499-510.
- MEDINA, H. P. Constituição física. In: MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1972.p.11-20.
- OLIVEIRA, L.B. Determinação da macro e microporosidade pela "em mesa de tensão" em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.3, n.1, p.197-200, 1968.
- PRIMAVESI, A.M. **O manejo ecológico do solo.** São Paulo:Nobel, 1980. 541p.
- RASMUSSEN, P.E.; COLLINS, H.P. Long-term impacts of tillage, fertilizer and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. **Advances in Agronomy**, New York, v.45, p.93-134, 1991.
- SPERA, S. T. **Inter-relações entre propriedades físico-hídricas do solo e a ocorrência de vegetação de mata e campo adjacentes no Alto Rio Grande (MG).** Lavras:UFLA, 1995. 78p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- THEODORO, V. C. de A. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional.** Lavras: UFLA, 2001. 214p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia/Fitotecnia).
- THEODORO, V.C. de. A.; CAIXETA, I.F. **Bases para a produção de café orgânico.** Lavras:UFLA, 1999. 68p. (Boletim Técnico de Extensão, 38).
- UHLAND, R.E. Rapid method for determining soil mixture. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v.15, p.391-393, 1951.
- VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. (ed.). **Methods of soil analysis.** Madison: Wisc. American Society of Agronomy, 1965. Pt 1, p.299-314.
- YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion lasses. **Journal of American Society of Agronomy**, Washington, v.28, n.5, p.391-399, May1936.