

AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS EM SOLOS SOB LAVOURA CAFEEIRA NOS MUNICÍPIOS DE CARATINGA E SIMONÉSIA – MG

Paulo do Nascimento - Professor do Instituto Federal de Minas Gerais -
Campus São João Evangelista (IFMG-SJE), Av 1º de Junho, 1043, CEP: 39.705.000,
São João Evangelista – MG, paulo.nascimento@ifmg.edu.br

RESUMO

Para avaliar algumas propriedades físicas do solo sob diferentes tratamentos (sistemas de plantio e de produção) da cultura de café, nos municípios de Caratinga e Simonésia amostras compostas de Latossolos Vermelho Amarelo (LVA) e Vermelho Amarelo Húmico (LVAH), amostras compostas de solo foram coletadas nas profundidades de 0 a 30 cm e de 30 a 60 cm. Os sistemas de manejo estudados foram: adensado convencional, tradicional convencional e adensado orgânico. Amostras de cada solo sob remanescente florestal serviram de testemunha. Os dados foram organizados segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado. Análises de variâncias foram realizadas pelo teste F e as médias foram testadas pelo teste Tukey. Nos solos avaliados não houve aumento significativo da densidade do solo nos sistemas cultivados. Os agroecossistemas no LVAH, na profundidade 0 a 30 cm, elevaram sua microporosidade em relação aos solos originais. Os LVAH são mais propensos à percolação de nutrientes que o LVA, em função da maior porosidade total. Mais agregados de maior diâmetro no LVAH é atribuída à maior quantidade de matéria orgânica nesses solos. Os tratamentos orgânicos favoreceram a presença de agregados maiores no solo e melhoraram sua estabilidade estrutural. Os agroecossistemas modificaram as propriedades originais dos solos, sendo, ambientalmente sustentáveis.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, sistemas de cultivo, propriedades físicas de solo.

AVALIATION OF PHYSICAL PROPERTIES IN SOIL UNDER COFFEE CROPS AT CARATINGA AND SIMONÉSIA OF MINAS GERAIS STATE, BRAZIL.

ABSTRACT

To evaluate some physical properties of different managements on coffee crops, at Caratinga region, State of Minas Gerais, Brazil, under Humic Yellow Red Latosol (LVAH) and Yellow Red Latosol (LVA), soil samples were taken at 0 to 30 and 30 to 60 cm depth from each soil. The treatments studied were: conventional adensity tillage system, conventional traditional tillage system, organic adensity tillage system and forest as reference trial. The experimental design was completely randomized and statistical analysis was carried out. Variance analysis data that were significant by F test were compared by Tukey test. Wasn't any significant increase in soil density on different systems of cultivation on two depths. The LVAH were more favourable to percolate nutrients than LVA. More aggregates of larger diameter on LVAH were attributed to more quantity of organic matter in theses soil. Organic treatments improve the presence larger aggregates in soil and also its structural stability. All the managements on agroecossittems changed the natural properties of the soils and show to be environmentally sustainable.

Key-words: *Coffea arabica*, cultivate of systems, physical soil properties.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de preparo do solo para uso agrícola modificam as propriedades físicas do mesmo (Alves et al., 2007). Quando degradadas essas propriedades indicam a perda da qualidade estrutural dos solos sob cultivos, afetam o desenvolvimento vegetal (Stone, 2001) e são responsáveis pelo aumento da erosão hídrica (Bertol et al., 2001). A adoção de sistemas conservacionistas tem sido apresentada como opção para maximizar a produção das culturas e assegurar a sustentabilidade do uso agrícola dos Latossolos do Brasil (Silva & Blancaneaux, 2000; Ricci et al., 2002; Carvalho et al., 2007), que de acordo com Amaral et al. (2000), são ácidos, apresentam teores de alumínio que podem ser fitotóxicos e baixos teores de magnésio e cálcio trocáveis.

Para Sanches et al. (1999), uma alternativa viável para comparar áreas cultivadas com vegetação nativa é fazer estimativas das alterações nas propriedades de um mesmo solo. Isso é possível desde que sejam mantidos os critérios topográficos e genéticos relacionados à sua formação (Araújo et al., 2004).

O cultivo do café em sistema agroflorestal tem sido estudado como uma opção para recuperação de solos degradados, pois favorece o aumento do teor da matéria orgânica nos diversos compartimentos do solo e, conseqüentemente, potencializa a recuperação química do mesmo (Severino & Oliveira, 1999; Mendonça, 2001; Perez, 2004).

Os tratamentos estudados neste trabalho são unidades de produção, em geral do tipo familiar, que segundo Weid (1996), utilizam mão-de-obra de forma intensiva.

O sistema de produção orgânico, complexo, dinâmico e integrado, representa uma corrente alternativa na agricultura. Nele se exclui o uso de agrotóxicos e de adubos minerais de alta solubilidade e se fundamenta em princípios agroecológicos e de conservação de recursos naturais como a diversificação de culturas (Ricci et al., 2002).

O café, uma importante commodity

agrícola, é muito cultivado na região de Caratinga, produtora de café de montanha, onde é marcante a agricultura familiar. Compreender as alterações nas propriedades físicas dos solos sob lavoura de café, a partir dos diferentes sistemas de manejo da cultura, pode melhorar o retorno econômico aos agricultores, bem como levá-los ao uso sustentável do solo. Avaliar os solos sob diferentes tratamentos utilizados nas lavouras de café pressupõe que o cultivo altera as propriedades físicas do mesmo, de forma diferenciada e em distintas profundidades.

Os objetivos desse trabalho foram determinar, através de análises físicas, as alterações provocadas no solo sob tratamentos de café e compreender os processos envolvidos em tais alterações no sentido de se utilizar o solo de forma sustentável, possibilitando, por sua vez, a viabilidade econômica e ambiental das lavouras.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi realizado nos municípios de Caratinga e Simonésia, que possuem respectivamente 1.259,74 km² e 489,3 km² de área e estão localizados no Leste de Minas Gerais, na Mesorregião do Vale do Rio Doce. As Coordenadas Geográficas dos municípios são 19° 42' S e 42° 60' W para Caratinga e 20° 20' S e 41° 70' W, para Simonésia (Indi, 2004).

As amostras, coletadas de dezembro de 2003 a março de 2004, foram retiradas em dois tipos de Latossolos: Vermelho Amarelo (LVA) e Vermelho Amarelo Húmico (LVAH). Coletaram-se amostras compostas de solo em quatro tratamentos: um remanescente florestal (testemunha) e três lavouras de café (adensado convencional, tradicional convencional e densado orgânico). O tratamento sob café foi constituído pelo sistema de plantio e pelo sistema de produção, conforme Ribeiro et al. (1999). Em cada tratamento foram retiradas nove amostras compostas em cada profundidade: 0 a 30 cm e 30 a 60 cm, produzindo então, 18 amostras por tratamento. Foram 72 amostras compostas por tipo de solo, totalizando 144 nos dois solos.

Uma amostra composta foi constituída por 10 amostras simples.

As amostras foram coletadas nas profundidades de 0 a 30 cm e 30 a 60 cm. Conforme Oliveira (1998) 97 % das raízes absorventes encontram-se até uma profundidade de 60 cm no solo, estando cerca de 90 % delas nos primeiros 30 cm.

As amostras de LVAH foram coletadas na sub-bacia hidrográficas do Rio São João do Jacutinga, afluente do Rio Santo Antônio do Manhuaçu, e na sub-bacia do Rio Preto, afluente do Rio Caratinga; amostras de LVA foram retiradas no Córrego dos Cassimiros, afluente do Rio Caratinga e no Córrego São Vicente, cabeceira do Rio S. J. do Jacutinga A coleta de amostras no LVAH no município de Simonésia ocorreu pela ausência de lavouras sob tratamento orgânico nesse tipo de solo em Caratinga, à época da coleta.

A coleta de amostras do solo com estrutura preservada, num total de nove repetições por profundidade, foi realizada com anéis de aço (Kopechy) de bordas cortantes, com diâmetros e alturas previamente conhecidos, possibilitando o cálculo do volume de solo em cada anel. Foram dezoito amostras indeformadas por tratamento.

A macroporosidade foi determinada pelo método da mesa de tensão, a densidade do solo (Ds) e a densidade das partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico, ambos conforme Embrapa (1997). A partir dos valores de densidade do solo e das partículas, calculou-se a porosidade total. A microporosidade foi obtida pela diferença entre a porosidade total e a macroporosidade.

A percentagem de agregados foi obtida segundo recomendações de Ruiz (2003) e a análise textural foi realizada segundo Embrapa (1997).

Após secagem e destorroamento do solo, as suas frações foram separadas por tamisação. A fração menor que 2 mm da TFSA foi homogeneizada para determinação física da amostra e dos teores de matéria orgânica. As amostras foram analisadas nos laboratórios de “Física do Solo” e de “Matéria Orgânica” da

UFV, Viçosa, MG.

Os dados foram organizados segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando-se o Software SAEG/UFV para o tratamento estatístico dos mesmos. Foi realizada a Análise de Variância para todos os indicadores utilizando-se o teste F nos níveis de significância: 0,1 1,0 e 5,0 %. Realizou-se a comparação dos resultados médios obtidos através do teste de médias Tukey com nível de significância de 5%.

Informações sobre as áreas de estudo foram coletadas a partir de entrevistas orientadas, por questionário, não apresentado neste trabalho, a partir do qual foi possível obter dados quanto à localização, histórico das culturas e tratos culturais dispensados às lavouras nos dois tipos de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade do solo (Ds)

Dados da Tabela 1 mostram que sob mata, a Ds média foi maior no LVA e menor no LVAH, sinalizando que este solo é naturalmente menos compactado que aquele. Esses resultados são compreendidos em função da maior porosidade total no LVAH.

TABELA 1. Valores médios de Densidade do solo (Ds), Densidade das partículas (Dp), microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma) e porosidade total (Pt) em tratamentos no LVAH e LVA, nas profundidades 0-30 cm e 30 60 cm.

| Tratamentos | Ds | Dp | Mi | Ma | Pt |
|--------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|--------|
| | (g/cm ³) | | | | |
| LVAH - profundidade 0 - 30 cm | | | | | |
| Mata | 0,99A | 2,58A | 34,0C | 27,0A | 61,0A |
| Adensado convencional | 1,03A | 2,57A | 35,0B | 24,0B | 59,0B |
| Tradicional convencional | 1,01A | 2,63A | 43,0A | 14,0D | 57,0C |
| Adensado orgânico | 1,14A | 2,43A | 35,0B | 18,0C | 53,0D |
| LVAH - profundidade 30 - 60 cm | | | | | |
| Mata | 0,99A | 2,65A | 36,0D | 26,0A | 62,0A |
| Adensado convencional | 0,98A | 2,63A | 38,0C | 25,0B | 63,0A |
| Tradicional convencional | 0,95A | 2,23A | 45,0C | 11,0D | 50,0C |
| Adensado orgânico | 1,11A | 2,41A | 41,0B | 12,0C | 53,0B |
| LVA - profundidade 0 - 30 cm | | | | | |
| Mata | 1,31AB | 2,60A | 38,0B | 12,0B | 50,0B |
| Adensado convencional | 1,35AB | 2,57A | 33,0D | 15,0A | 47,0C |
| Tradicional convencional | 1,36A | 2,58A | 35,0C | 12,0B | 47,0C |
| Adensado orgânico | 1,13B | 2,64A | 42,0A | 15,0A | 57,0A |
| LVA - profundidade 30 - 60 cm | | | | | |
| Mata | 1,33A | 2,68A | 39,0 | 12,0C | 51,0B |
| Adensado convencional | 1,26AB | 2,56A | 37,0C | 13,0B | 50,0BC |
| Tradicional convencional | 1,3A | 2,58A | 39,0B | 11,0D | 49,0C |
| Adensado orgânico | 1,06B | 2,62A | 43,0A | 17,0A | 60,0A |

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Nos dois tipos de solos, nas duas profundidades, nos tratamentos sob cultivos não houve incremento na Ds em relação à mata, indicando, independente do sistema de plantio, que o uso do solo para culturas de café conserva a densidade nos padrões originais. Mazza et al. (2001), trabalhando com sistemas de manejo de café sem irrigação, na região de Araguari, MG, encontraram Ds relativamente baixa ao longo do perfil dos solos por eles estudados e isso foi atribuído aos altos teores de argila, matéria orgânica e porosidade total dos solos. Dados desses autores corroboram os dados obtidos neste trabalho, visto serem os latossolos ricos em argila (Tabela 2) e no LAVH, rico também em matéria orgânica. Além disso, a ausência de implementos agrícolas nos tratamentos sob café no LVAH, exceto o adensado convencional, favoreceu a manutenção da Ds nos níveis encontrados sob testemunha. Cunha et al. (2001), atribuíram aos implementos agrícolas a causa do aumento da Ds em horizontes superficiais e subsuperficiais cultivados em latossolos vermelho amarelo no Oeste da Bahia; Sá et al. (2003), encontraram valores maiores de Ds sob cultura de café e sob pastagem em relação à mata e Costa et al. (2003), evidenciaram o aumento da Ds em cultivos de soja e milho em relação à mata e indicaram que culturas anuais alteram negativamente a Ds.

Araújo et al. (2004), constataram média estatisticamente maior de Ds na área cultivada em relação a solos sob mata. Corsini & Ferraudo (1999), demonstraram a recuperação da Ds a partir do 4º ano de plantio direto em cultura anual.

TABELA 2. Classe textural no LVAH e no LVA sob diferentes tratamentos e em duas profundidades.

| Tratamento | Ø 2 mm | Ø 1 mm | Ø 0,5 mm |
|--------------------------------|---------|---------|----------|
| (%) | | | |
| LVAH - profundidade 0 - 30 cm | | | |
| Mata | 51,72 A | 26,86A | 11,04B |
| Adensado convencional | 21,81B | 25,15A | 23,75A |
| Tradicional convencional | 70,44A | 13,72B | 4,31B |
| Adensado orgânico | 71,68A | 17,28AB | 4,86B |
| LVAH - profundidade 30 - 60 cm | | | |
| Mata | 40,30AB | 29,00A | 15,13A |
| Adensado convencional | 26,97B | 28,04A | 19,99A |
| Tradicional convencional | 73,58A | 11,15B | 2,67B |
| Adensado orgânico | 61,96A | 20,75AB | 5,06B |
| LVA - profundidade 0 - 30 cm | | | |
| Mata | 31,07B | 29,36A | 18,04A |
| Adensado convencional | 60,70A | 21,34AB | 8,15B |
| Tradicional convencional | 59,73A | 18,55B | 9,38B |
| Adensado orgânico | 68,37A | 17,30B | 4,43B |
| LVA - profundidade 30 - 60 cm | | | |
| Mata | 22,09B | 29,96A | 21,12A |
| Adensado convencional | 54,45A | 22,42AB | 9,19B |
| Tradicional convencional | 56,72A | 23,06AB | 8,58B |
| Adensado orgânico | 67,92A | 17,62B | 4,29B |

Apesar de estar sob solo estruturalmente argiloso (profundidade 0 a 30 cm) e muito argiloso (profundidade 30 a 60 cm), conforme Tabela 2, os tratamentos orgânicos apresentaram médias de Ds menores em relação ao tratamento tradicional convencional no LVA (Tabela 1), indicando que a matéria orgânica aumenta o volume do solo e diminui a sua densidade.

A Dp apresentou, nos dois solos, nas duas profundidades, valores médios na faixa de 2,2 a 2,7 g/cm³ (Tabela 1), que segundo Ruiz (2003) se encontram na faixa de Dp da maioria dos constituintes minerais do solo, que é de 2,4 a 2,8 g/cm³.

Microporosidade Macroporosidade e Porosidade total.

No LVAH, nas duas profundidades a microporosidade maior nos tratamentos sob café e menor sob a mata (Tabela 1) mostra, que independente do tratamento, os solos sob cultivos têm a microporosidade alterada em função dos manejos utilizados nas lavouras, que também devem estar relacionados à menor macroporosidade nos solos sob cultivo no LVAH, nas duas profundidades, em relação ao solo sob mata. Borges et al. (1999) atribuíram seus resultados de maior microporosidade aos menores teores de carbono orgânico e argila nos solos sob cultivo, em relação ao solo sob mata, ambos no horizonte A.

Nesse mesmo solo na profundidade

de 0 a 30 cm a maior porosidade total sob mata indica que alterações antrópicas no solo reduzem a porosidade total do mesmo. Esses resultados consonam com os de porosidade obtidos por Araújo et al. (2004), que foram menores em solos cultivados e maiores sob mata, indicando que os tratamentos por eles avaliados reduzem a capacidade de retenção de água pelo solo. Tormena et al. (2002), concluíram que a porosidade do solo aumentou no preparo convencional em relação aos sistemas de manejo, preparo mínimo e o plantio direto, com menos revolvimento do solo.

No LVA, na profundidade de 0 a 30 cm, os teores médios de macroporosidade nos tratamentos adensado convencional e adensado orgânico, iguais entre si, foram maiores em relação aos teores obtidos sob mata e sob tratamento tradicional convencional (Tabela 1). Como no LVA o controle de plantas indesejáveis ao sistema é realizado através de roçado em todos os tratamentos, a textura argila arenosa (Tabela 2) favorece a compreensão desses resultados no tratamento adensado convencional. Como o solo sob tratamento adensado orgânico é argiloso ou muito argiloso, o aumento da macroporosidade nesse tratamento em relação à mata e ao tratamento tradicional convencional, deve estar condicionado aos maiores teores de matéria orgânica em solos sob lavoura com manejo orgânico, conforme Nascimento (2004).

De forma geral verifica-se que a que porosidade total foi maior sob LVAH e menor sob LVA, numa mesma profundidade. Isso mostra características específicas desses solos e indica serem os solos no LVAH mais propensos à percolação dos nutrientes que no LVA.

Porcentagem de agregados

A instabilidade do solo sob tratamento adensado convencional, nas duas profundidades, no LVAH é demonstrada pela menor média de

agregados maiores que 2mm de diâmetro (Tabela 3) e deve estar relacionada ao preparo do solo, muito removido para a retirada do cafezal anterior com espaçamento tradicional, para o plantio da atual lavoura. Carvalho et al. (2007), trabalhando com manejos distintos de café sob latossolo vermelho distrófico em Lavras, MG, concluíram que o revolvimento do solo (capina) favoreceu a maior perda de água e do próprio solo, além de interferir negativamente na percentagem de agregados. Sob plantio direto de soja e milho, Costa et al. (2003) encontraram agregados com maior diâmetro médio, em comparação com os agregados sob plantio convencional das mesmas culturas, evidenciando a importância do tipo de uso do solo na estabilidade das propriedades físicas do mesmo.

De acordo com Nascimento (2004), em condições originais (mata) os teores de Cálcio e Magnésio no LVA foram maiores que no LVAH e menores valores desses nutrientes nas áreas com café podem decorrer da maior exposição das camadas superficiais dos solos, favorecendo processos erosivos e perda de nutrientes, afirmação essa corroborada pelos dados de Sá et al. (2003). Segundo Azevedo (2004), cargas elétricas positivas são importantes para a atração e contato entre as partículas coloidais do solo, dificultando a dispersão do mesmo.

Nos tratamentos do LVAH, exceto adensado convencional, as maiores percentagens de agregados retidas nas peneiras de 2 mm de diâmetro, (Tabela 3) devem estar associadas à maior quantidade de matéria orgânica natural no latossolo húmico, que forma complexos organominerais, que por sua vez são mais dependentes das propriedades das superfícies externas dos minerais e facilitam a coesão das partículas do solo (Azevedo, 2004).

TABELA 3. Valores médios de porcentagem de agregados em tratamentos no LVAH e LVA, nas profundidades 0-30 cm e 30-60 cm.

| Tratamento | Profundidade (cm) | Areia grossa | Areia fina | Silte | Argila | Classe textural |
|--------------------------|-------------------|--------------|------------|-------|--------|-----------------------|
| | | dak/kg | | | | |
| LVAH | | | | | | |
| Mata | 0/30 | 32,1 | 7,2 | 13,0 | 47,7 | Argila |
| | 30/60 | 27,3 | 7,0 | 12,9 | 52,8 | Argila |
| Adensado convencional | 0/30 | 26,9 | 12,3 | 13,8 | 47,0 | Argila |
| | 30/60 | 20,3 | 11,4 | 7,5 | 60,9 | Muito Argiloso |
| Tradicional convencional | 0/30 | 22,4 | 8,5 | 12,8 | 56,3 | Argila |
| | 30/60 | 20,0 | 8,1 | 13,3 | 58,6 | Argila |
| Adensado orgânico | 0/30 | 43,4 | 12,0 | 10,1 | 34,4 | Franco argilo arenoso |
| | 30/60 | 32,4 | 11,8 | 12,8 | 49,1 | Argila |
| LVA | | | | | | |
| Mata | 0/30 | 30,4 | 14,8 | 15,0 | 39,9 | Argila arenosa |
| | 30/60 | 25,6 | 13,8 | 13,6 | 47,0 | Argila |

Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Embora envolva outros fatores, os valores médios de porcentagem dos agregados de 2,0 mm na situação original (mata) para os dois tipos de solo indicam-nos que o LVA possui menos estabilidade física que o LVAH, sendo, portanto solos mais propensos à erosão. Isso consoa com Borges et al. (1999), segundo os quais uma maior porcentagem de agregados estáveis em água sinaliza solos mais resistentes à deformação e à quebra.

No LVA, nas duas profundidades, a porcentagem dos agregados não dispersos em água, maiores que 2,0 mm, foi menor na mata e maior nos tratamentos com cultivados. Como as lavouras sob esses tratamentos são antigas (a tradicional convencional tem 17 anos) e, além disso, existe muita bainha morta (“tronco”) de bananeira (plantam bananeiras ao acaso na lavoura), os dados obtidos sugerem aumento da biomassa de C microbiano na matéria orgânica do solo sob tais tratamentos. Para Mele & Carter (1993), em solos tropicais o aumento do C da biomassa microbiana pode ser avaliado inicialmente a partir da estabilidade dos agregados em água, pois elevadas taxas de mineralização da matéria orgânica podem dificultar as medidas desse parâmetro como indicador de qualidade do solo.

Nos dois solos os agroecossistemas de café apontam para melhoria na estabilidade estrutural do solo em relação ao remanescente florestal, tornando os solos sob lavoura, menos suscetíveis à erosão,

indicando serem, portanto, agroecossistemas ambientalmente sustentáveis.

Agregados retidos nas peneiras com 0,025 mm, 0,105 mm e de diâmetro residual, não foram apresentados neste trabalho por serem irrelevantes em relação às conclusões obtidos nas demais peneiras.

CONCLUSÕES

Nos dois solos avaliados não houve alteração significativa da densidade do solo em relação à testemunha (mata). No LVA, na profundidade de 0 a 30 cm, a menor densidade do solo no tratamento adensado orgânico em relação ao tradicional convencional é atribuída a influência positiva da matéria orgânica na qualidade física do solo.

Os agroecossistemas no LVAH, na profundidade de 0 a 30 cm tiveram sua microporosidade elevada em relação aos solos originais. A porosidade total foi maior sob LVAH e menor sob LVA e indicou ser o LVAH mais propenso à percolação dos nutrientes que o LVA.

Agregados de maior diâmetro no LVAH foram decorrentes dos maiores teores naturais de matéria orgânica nesse solo.

Os agroecossistemas modificaram as propriedades originais dos solos, sendo ambientalmente sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo Fazendas Rio Doce pela ajuda financeira concedida para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.G.A.S.; SUZUKI, L.E.A.S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.617-625, 2007.

AMARAL, A. S.; SPADER, V.; ANGHINOUI, I.;

MEURER, E.J. Resíduos vegetais na superfície do solo afetam a acidez do solo e a eficiência do herbicida flumetsulam. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.789-794, 2000.

ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.337-345, 2004.

AZEVEDO, A.C.; BONUMÁ, A.S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em latossolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.609-617, 2004.

BERTOL, I.; BEUTLER, J.F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um cambissolo húmico afetadas pelo tipo de tratamento do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.555-560, jul./set. 2001.

BORGES, A.L.; KIEHL, J.C.; SOUZA, L.S. Alteração de propriedades físicas e atividade microbiana de um latossolo amarelo álico após o cultivo com fruteiras perenes e mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.1019-1025, 1999.

CARVALHO, R.; SILVA, M.L.N.; AVANZI, J. C.; SOUZA, F.S. Erosão hídrica em latossolo vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1679-1687, nov./dez., 2007.

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**, Brasília, v.34, n.2, fev. 1999.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOB-

TO, C. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.527-535, 2003.

CUNHA, T.J.F.; MACEDO, J.R.; RIBEIRO, L. P.; PALMIERI, F.; FREITAS, P.L.; AGUIAR, A.C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.1, n.1, p.27-36, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

INDI – Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais, 2004. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em: 03/06/2004.

MAZZA, J.A.; SILVA, M.M.; PRATA, P.N.; SAMAIA, A. O Manejo Racional dos Solos e a Sustentabilidade na Cafeicultura Irrigada. In: **Informações Agrônomicas**, 2001, Piracicaba. **Informações Agrônomicas**, 2001. v.1, p.1-14.

MELE, P.M.; CARTER, M.R. Effect of climatic factors on the use of microbial biomass as an indicator of changes in soil organic matter. In: MULONGOY, K.; MERK, R. **Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture**. New York: 1993. p.57-64.

MENDONÇA, E.S.; NETO, P.S.F. Cultivo de café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. **Árvore**, Viçosa, v.25, p.375-383, 2001.

NASCIMENTO, P. **Avaliação de solos sob lavoura cafeeira nos municípios de Caratinga e Simonésia – MG**. 2004. 104f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) - Centro Universitário de Caratinga – UNEC, Caratinga – MG, 2004.

OLIVEIRA, F.J. **Cultura do cafeeiro: do cafezal ao cafezinho**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária. 1998.

PEREZ, A.M.M.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S.; COSTA, M. Impactos da implantação de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.25, p.25-36, 2004.

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

RICCI, M.S.F.; ARAÚJO, M.C.F.; FRANCH, C.M.C. **Cultivo orgânico do café - Recomendações técnicas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002.

RUIZ, H.A. **Métodos de análises físicas do solo – SOL 640**, Viçosa: Departamento de Solos UFV, 2003.

SÁ, R.C.; PEREIRA, M.G.; FONTANA, A. Características físicas e químicas de solos de tabuleiros em Sooretama (ES). **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.10, n.2, p.95-99, ago./dez. 2003.

SANCHES, A.C.; SILVA, A.P.; TORMENA,

C. A.; TRIGOLIN, A.T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um podzólico Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.91-99, 1999.

SEVERINO, L.S.; OLIVEIRA, T.S. Sistema de cultivo sombreado do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ceres**, Viçosa, v.46, n.268, p.635-652, 1999.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de tratamento e qualidade estrutural de latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2485-2492, dez. 2000.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.395-401, 2001.

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.4, p.795-801, out./dez. 2002.

WEID von der, J.M. Conceitos de sustentabilidade e sua aplicação nos modelos de desenvolvimento agrícola. In: **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS, UFV. 1996. p. 353-366.