



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS SOB DIFERENTES USOS DA TERRA

Walas Permanhane Sturião⁽¹⁾, Paulo Roberto da Rocha Junior⁽¹⁾, Paulo Henrique Ribeiro⁽²⁾, Natália Oliveira Nogueira⁽³⁾, Renato Ribeiro Passos⁽⁴⁾, Guilherme Kangussú Donagemma⁽⁵⁾

⁽¹⁾Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário; 29500-000 - Alegre, ES - Brasil - Caixa-Postal: 16; e-mail: agro_es@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrando em Ciências Florestais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, CCA-UFES; ⁽³⁾Doutoranda em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, CCA-UFES; ⁽⁴⁾Professor Adjunto II do Depto de Produção Vegetal do Centro Agropecuário da UFES, Alto Universitário; 29500-000 - Alegre, ES, CP 16; ⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Solo, Rio de Janeiro-RJ.

Resumo – O uso sustentável do solo é um tema de crescente relevância, devido ao aumento das atividades antrópicas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Amarelo situado no Município de Alegre no Estado do Espírito Santo. Foram avaliados três tipos de uso: pastagem, café e mata secundária, em três profundidades (0,0 - 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m) em três repetições. Foram estudados a densidade do solo, a estabilidade de agregados, resistência a penetração das raízes, a umidade do solo, e determinados a capacidade de campo, o ponto de murcha, a água disponível, a argila dispersa em água e o grau de floculação. A área ocupada com café apresentou maior risco de sofrer ação erosiva, estes fatores estão relacionados à menor estabilidade de agregados e maior argila dispersa em água. A porção da encosta avaliada, terço médio e superior, não foi causa de grandes diferenças para os atributos físicos avaliados quando comparados as três coberturas. O comportamento da água no solo, e sua disponibilidade às plantas, em geral não foram interferidos pelo tipo de uso e manejo da terra, exceto em profundidade para cultura do café.

Palavras-Chave: Água no solo, grau de floculação e argila dispersa em água.

INTRODUÇÃO

O Solo significa para o homem mais do que um meio ambiental para o desenvolvimento de culturas, sua utilização assume importância de âmbito social. Desempenha uma grande variedade de funções vitais, sendo ele um meio vivo e dinâmico, constituindo o habitat de biodiversidade abundante, com padrões genéticos únicos, onde se encontra a maior quantidade e variedade de organismos vivos, que servem de reservatório de nutrientes.

A adequação do uso do solo torna o seu processo de depauperação menor e lento, de modo que a área consegue manter-se menos alterada, nas principais propriedades do solo, traduzindo-se em uma ação sustentável, possibilitando um uso constante do ecossistema sem redução do seu padrão de

produtividade, conforme publicou Doran e Parkin (1994).

O monitoramento da qualidade do solo por meio das características físicas é uma importante ferramenta para a manutenção e a avaliação da sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Beutler et al., 2001).

A qualidade física do solo merece destaque especial em novos estudos, pelo fato de atuar diretamente nos processos químicos e biológicos do solo (Dexter, 2004), portanto, na sua produtividade.

As alterações nas características físicas de um solo ocorrem com maior frequência em solos submetidos aos sistemas convencionais de preparo e cultivo quando comparados com solos sob sistemas conservacionistas.

Entre os fatores que influenciam a qualidade física do solo destacam-se as operações de preparo do solo, tais como o uso constante de implementos e o monocultivo, pois estas práticas afetam diretamente as propriedades físicas do solo (densidade do solo, densidade de partículas, porosidade do solo, resistência à penetração, diâmetro médio geométrico dos agregados, entre outras), além de provocar alterações na estrutura do solo, reduzindo o tamanho dos agregados e promover seu fracionamento (Corrêa, 2002).

Araujo et al. (2007), avaliando a qualidade do solo sob diferentes usos no cerrado nativo, observaram que os indicadores de natureza física foram os que melhor refletiram as diferenças de qualidade do solo. Entre as áreas em estudo, os autores observaram que o uso intensivo do solo nas áreas estudadas contribuiu para a redução da sua qualidade, sendo que a camada superficial (0 – 5 cm) da pastagem e do cultivo convencional apresentou os piores resultados de densidade do solo e porosidade total quando comparado ao cerrado nativo.

Dada a importância de estudos das características físicas do solo, este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar os atributos relacionados à qualidade física de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob três sistemas de uso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Pesquisa Tecnológica do Espírito Santo IFES em Alegre-ES, localizado na Bacia do Rio Itapemirim, a uma altitude variando de 119 a 175 m, com coordenadas geográficas 20°45'31" de latitude Sul e 41°27'49" de latitude Oeste, com o relevo predominante forte a

ondulado. O clima predominante na região é do tipo Cwa (clima subtropical, quente e úmido no verão e seco no inverno), conforme classificação de Köppen, com precipitação anual média de 1.200 mm e temperatura média anual de 23°C. O solo identificado na área de estudo foi um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média (Embrapa, 1997).

Os sistemas de uso avaliados foram Pastagem (PT), Café (CF) e Mata Secundária (MT), todas localizadas em área de encosta de aproximadamente 45°. A área manejada com a cultura do café conilon (*Coffea canephora Pierre ex Froehner*), com 13 anos de idade, espaçamento de 2,0 x 2,5m. O manejo da fertilidade na área é caracterizado pela aplicação anual de fertilizantes formulados N-P-K, sem histórico de calagem. O controle de ervas daninha é feito com herbicidas pré-emergentes ou por meio de capinas manuais. O uso precedente era *Paspalum maritimum*, não havendo culturas intercalares na área.

A área ocupada com pastagem (PT) composta por *Brachiaria sp.*, implantada em 2004, com utilização anterior por pastagem de *Paspalum maritimum*, conduzida sob pastejo contínuo de bovinos em regime extensivo e sem manejo da fertilidade do solo.

A área de mata (MT) compreende vegetação secundária em regeneração natural há aproximadamente 30 anos, com espécie predominante de Angico Vermelho *Anadenanthera macrocarpa*.

As coletas de amostras para avaliação dos atributos físicos do solo foram realizadas em maio de 2010, utilizando amostras das camadas de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m, com três repetições, em duas posições na paisagem, o terço médio e o terço superior da encosta.

Foram determinados a argila dispersa em água (ADA), retenção de água a -10KPa corriqueiramente denominado capacidade de campo (CC), retenção de água a -1.500KP corriqueiramente denominado ponto de murcha permanente (PM), estabilidade de agregados, densidade do solo (D_s), resistência do solo a penetração (RP) e umidade.

O delineamento experimental utilizado foi Inteiramente Casualizados (DIC), com distribuição fatorial de 3x3x2, com três repetições, sendo os fatores: três coberturas vegetais (café, pastagem e mata), três profundidades (0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m) e duas posições na paisagem (terço médio e terço superior).

Os dados foram submetidos aos testes preliminares para verificação da normalidade e homogeneidade de variância dos mesmos, aos testes de Lilliefors e teste de Bartlett, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), utilizando-se o Software SISVAR (Ferreira, 2000). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificou-se maior Diâmetro Médio Geométrico (DMG) na área de PT, em todas as profundidades avaliadas, sendo estatisticamente igual à MT em 0,0-0,10m. Considerando, portanto, que a PT constituiu

área de melhor estruturação do solo, até mesmo que a MT. A área de CF foi aquela com menor estruturação do solo, devido o sistema de manejo adotado. Maiores informações poderão ser obtidas em Rocha Júnior et al. (2010a).

Para as diferentes coberturas vegetais, e profundidade, a argila dispersa em água (ADA) apresentou diferença significativa em seus teores, mas não houve diferença significativa para as posições na paisagem avaliadas.

Os maiores valores de ADA foram encontrados na área cultivada com o CF comparado com a PT e MT. Estes resultados podem estar associados a práticas de manejo adotadas na cultura, que algumas vezes executadas de modo incorreto, ocasionam alterações físicas do solo, com reflexos nos atributos físicos, químicos e nas atividades biológicas.

A área ocupada com café foi a que apresentou o menor aporte de matéria orgânica, observado visualmente, devido a constatação de menor recobrimento do solo em ocasião do maior espaçamento utilizado e ausência de vegetação rasteira, devido o manejo da lavoura. Ao contrário, as áreas de PT e MT apresentavam solo com melhor estruturação, mais protegido da ação exercida pela exposição ao sol, impacto e percolação da água das chuvas.

O cultivo de forma intensiva com incorporação de fertilizantes e corretivos consiste em uma interferência antrópica, que visa à melhoria da qualidade química dos solos, mas tende a alterar a sua qualidade física (Denardin et al., 2001).

Tabela 1 - Média da argila dispersa em água (ADA) em $g\ kg^{-1}$ em função das coberturas vegetais.

Cobertura	ADA
Café	246,33 a
Pastagem	170,89 b
Mata	173,17 b

Médias seguidas por uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Os teores de ADA em profundidade (Tabela 2) desconsiderando a cobertura do solo apresentaram diferença significativa, onde a profundidade 0,20 – 0,40 m foi superior à profundidade 0,0 – 0,10 m. Este resultado não está consonante com pesquisa desenvolvida por Alleoni e Camargo (1994), onde descreve que ADA tende a diminuir com o aumento da profundidade do solo. No entanto Spera et al. (2008) relaciona a dispersão das partículas coloidais do solo com a interação das cargas elétricas na superfície, podendo ser gerada por substituição isomórfica ou por dissociação de radicais.

Tabela 2 - Média da argila dispersa em água (ADA) em $g\ kg^{-1}$ em função das profundidades.

Profundidade (m)	ADA
0,0 -0,10 m	158,11 b
0,10-0,20 m	199,33 ab
0,0, 20 – 0,40 m	232,94 a

Médias seguidas por uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Na tabela 3, está apresentado o GF, onde apresentou diferença estatística para o terço médio, considerando a profundidade 0,0-0,40. Os menores valores desta variável

foram encontrados na MT, o que não é considerado corriqueiro ocorrer, tendo em vista o maior tempo de estabelecimento da vegetação na área e a ausência de interferência antrópica, como ocorre nas áreas de CF e PT. As informações de GF e ADA são inversamente proporcionais, do ponto de vista da qualidade física do solo. Mas para essa ocasião, isso não ocorreu.

Mesmo apresentando o menor GF, a área de mata, apresentou baixo teor de ADA, ocorrendo o inverso com a área de CF, que apresentou a maior ADA e o maior GF. A área de PT apresentou comportamento de um solo bem estruturado, com o maior GF, e a menor ADA.

A manutenção ou o aumento da matéria orgânica tem reflexos diretos nas propriedades físicas do solo (Prado e Natale, 2003).

No terço superior não houve diferença significativa entre as ocupações do solo quanto ao GF. Estatisticamente, não há diferença significativa, entre o comportamento floculante no solo, entre as porções superior e média do terreno.

Tabela 3 - Valores médios do grau de floculação em % em função das coberturas vegetais e posições no relevo.

Cobertura	Terço Médio	Terço Superior
Café	51,11 abA	32,16 aA
Pastagem	66,15 aA	47,63 aA
Mata	34,77 bA	51,42 aA

Médias seguidas por uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Cavenage et al. (1999), estudando diferentes formas de ocupação do solo (pastagem, milho, mata ciliar, *eucalipto* e *pinus*), comparada à vegetação natural de cerrado, observaram que o *Pinus* e a mata ciliar foram aquelas que promoveram as menores alteração físicas, aproximando-se das condições da MT.

Analisando-se as informações referentes ao comportamento da quantidade de água no solo (Tabela 4), nas duas posições avaliadas no terreno, observa-se que no terço superior a Capacidade de Campo (CC) foi igual estatisticamente para todas as ocupações do solo até a profundidade de 0,40m, estando entre 11,28 e 11,51 m³ m⁻³. Da mesma forma ocorreu para a quantidade de água disponível (AD), que variou do mínimo 89,07% ao máximo 90,60% do total de água presente no solo, na área de Mt nas profundidades de 0,10-0,20m e 0,00-0,10m, respectivamente.

Dessa forma, o tipo de manejo não influenciou o comportamento quantitativo de água do solo no terço superior, exceto considerando o ponto de murcha permanente (PM) na profundidade de 0,20-0,40m, tendo sido mais alto na área cultivada com CF, e menores nas áreas de MT e PT. Com isso, pode-se prever que a cultura do café estará mais sujeita a sofrer restrição de água mais rapidamente que as áreas de MT e PT, nessa profundidade. A média do teor de água capilar remanescente do solo no perfil do solo estudado, no terço superior, foram aproximadamente de 9,12%; 10,30%; e 9,98% para as áreas de CF, MT e PT, respectivamente.

Tabela 4 - Média da capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PM) e água disponível (AD) de um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes usos do solo (Café, Mata e Pastagem), na posição Superior da paisagem em três profundidades (0-0,10; 0,10-0,20; e 0,20-0,40m).

Profundidades (m)	Usos do Solo		
	Café	Mata	Pastagem
	Terço Superior		
	Capacidade de Campo (m³ m⁻³)		
0,00 - 0,10	11,30aA	11,28aA	11,39aA
0,10 - 0,20	11,37aA	11,35aA	11,39aA
0,20 - 0,40	11,45aA	11,37aA	11,51aA
	Ponto de Murcha (m³ m⁻³)		
0,00 - 0,10	1,14aA	1,15aA	1,11aA
0,10 - 0,20	1,18aA	1,16aA	1,17aA
0,20 - 0,40	1,24aA	1,17aB	1,15aB
	Água Disponível (m³ m⁻³)		
0,00 - 0,10	10,11aA	10,22aA	10,28aA
0,10 - 0,20	10,19aA	12,11aA	10,23aA
0,20 - 0,40	10,21aA	10,17aA	10,36aA

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada parâmetro estudado, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Diferentemente do terço superior, houve diferença estatística entre as ocupações do solo no terço médio (Tabela 5), nas profundidades de 0,10-0,20m e 0,20-0,40m, em que apresentou maior quantidade de água em CC na área de CF que nas áreas de MT e PT. Já para a profundidade de 0,0-0,10m, a CC foi igual estatisticamente para todas as ocupações.

A AD foi igual para todas as profundidades e ocupações do solo. Já o PMP apresentou diferença estatística, em profundidade na área de MT, sendo menor na camada mais superficial (0,10m), também em comparação com as outras ocupações, e na área de PT, nas camadas mais subsuperficiais (0-10-0,40m). Na profundidade de 0,10-0,20m a área de PT foi a que apresentou menor PMP, não havendo diferença na profundidade de 0,20-0,40m, para os diferentes usos do solo na porção média do terreno. A quantidade média de água capilar remanescente, nas profundidades avaliadas, foram de aproximadamente 10,34%; 10,16% e 9,83% para as áreas de CF, MT e PT, respectivamente.

Comparando as informações de estabilidade de agregados (Rocha Júnior et al., 2010 a), observa-se que as diferenças estatísticas neste parâmetro, entre profundidade e ocupações do solo avaliadas, não influenciaram na quantidade de água disponível no solo às plantas. O mesmo efeito foi identificado na comparação com a densidade do solo e a resistência do solo à penetração quanto ao comportamento da água no solo, nas condições avaliadas. Por exemplo, a área de PT foi a que apresentou a maior resistência à penetração, em todas as profundidades, mas foi a área que apresentou também melhor estabilidade de agregados, não apresentou alteração na interface solo x água do solo, sendo igual estatisticamente às outras áreas sob manejo diferentes (Rocha Júnior et al., 2010 b).

Apenas observou-se ligeira coerência comparativa entre a resistência do solo e a CC na área de PT, no terço médio,

para as profundidades abaixo de 0,10m, na comparação com os outros tipos de uso da terra.

Tabela 5 - Média da capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PM) e água disponível (AD) de um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes usos do solo (Café, Mata e Pastagem), na posição Superior da paisagem em três profundidades (0-0,10; 0,10-0,20; e 0,20-0,40m).

Profundidades (m)	Usos do Solo		
	Café	Mata	Pastagem
	Terço Médio		
	Capacidade de Campo (m³ m⁻³)		
0,00 - 0,10	11,23aA	11,07aA	11,26aA
0,10 - 0,20	11,48aA	11,25aB	11,36aAB
0,20 - 0,40	11,76aA	11,30aB	11,45aAB
	Ponto de Murcha (m³ m⁻³)		
0,00 - 0,10	1,18aA	1,10bB	1,10bB
0,10 - 0,20	1,18aA	1,15aA	1,15aA
0,20 - 0,40	1,20aA	1,17aA	1,10bA
	Água Disponível (m³ m⁻³)		
0,00 - 0,10	10,05aA	10,20aA	10,26aA
0,10 - 0,20	10,58aA	9,92aA	10,11aA
0,20 - 0,40	10,27aA	10,08aA	10,35aA

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada parâmetro estudado, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Pode-se observar que a densidade do solo apresentou uma relação mais coerente com os demais parâmetros físicos avaliados, que os resultados de resistência do solo à penetração, utilizando penetrômetro de impacto, que por sua vez apresentaram valores muito altos, para PT, por exemplo, muito aquém do considerado ideal para crescimento radicular, como apresentado por Rocha Júnior et al. (2010). Em observação técnica à campo, não se visualizou problema agudo de desenvolvimento das gramíneas, da MT ou do CF, por problemas de compactação acentuada, apesar de poder haver diferença para os diferentes manejos avaliados.

CONCLUSÕES

1. A área ocupada com café apresentou maior risco de sofrer ação erosiva.

2. A porção da encosta avaliada, terço médio ou superior, não foi causa de grandes diferenças para os atributos físicos avaliados.

3. O comportamento da água no solo, e sua disponibilidade às plantas, não foram interferidos pelo tipo de uso e manejo da terra.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R.; GOEDERT, W.J. e LACERDA, M.P.C. Qualidade de um uso do solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. R. Bras. Ci. Solo, 31:1099-1108, 2007.
- BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M. e PEREIRA FILHO, I.A. Agregação de Latossolo Vermelho Distrófico típico relacionado com o manejo na região dos cerrados no Estado de Minas Gerais. R. Bras. Ci. Solo, 25:129-136, 2001.
- CORREA, J.C. Efeitos de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um latossolo vermelho-amarelo em Querência, MT. Pesq. Agrop. Bras., 37:203-209, 2002.
- DEXTER, A.R. Soil physical quality: Part. I. Theory. Effects of soil texture density and organic matter and effects on root growth. *Geoderma*, 120:201-214, 2004.
- DORAN, J.W. e PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COELMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A.(Ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America. Madison, p. 3-21. (SSSA Special Publication, 35), 1994.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 212p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SPI Brasília, DF.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; ENSMINGER, L.E.; WHITE, J.L.; CLARK, F.E. (Ed.). Methods of soil analysis. Madison: Amer Soc. of Agronomy, 1:499-510, 1965.
- ROCHA JÚNIOR, P.R.; OLIVEIRA, F.B.; STURIAO, W.P.; MARTINS, C.A.; PASSOS, R.R. e DONAGEMMA, G.K. Efeito de diferentes usos do solo sobre a qualidade física de um latossolo vermelho amarelo. In: Simpósio Mineiro de Ciência do Solo, UFV, Anais, p. 33-35, 2010a.
- ROCHA JÚNIOR, P.R.; RIBEIRO, P.H.; SILVA, A.N.; FERNANDES, M.S.; PASSOS, R.R. e RANGEL, O.J.P. Resistência do solo à penetração e umidade do solo sob diferentes coberturas vegetais. In: Simpósio Mineiro de Ciência do Solo, UFV, Anais, p. 36-38, 2010b.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI-NETO, V.L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. STAB. Açúcar, Alcool & Subprodutos. 1:18-23, 1983.
- YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. J. American Agronomy, 28:337-351, 1936.