

# ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DE CAFÉ, NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

André Thomazini<sup>1</sup>, Humberto Carlos Almeida de Azevedo<sup>2</sup>,  
Patrick Leal Pinheiro<sup>3</sup>, Eduardo de Sá Mendonça<sup>4</sup>

(Recebido: 07 de agosto de 2012; aceito: 19 de abril de 2013)

**RESUMO:** O estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de café arábica e o maior produtor de café conilon do Brasil. A cultura do café é responsável por grande parte da renda familiar de 67% dos agricultores do Estado. Em geral, a produção é baseada em sistemas de monocultivo apresentando avançado estágio de degradação do solo. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo de café sob alguns atributos físicos do solo. O trabalho foi realizado em 6 propriedades de agricultura familiar e 2 matas nativas onde o cultivo do café conilon é manejado em diferentes sistemas. Neste estudo foram usadas amostras compostas de solo obtidas em duas camadas (0 a 10 e 10 a 20 cm). Determinou-se a granulometria, perda de solo do horizonte A, argila dispersa em água, grau de floculação, densidade do solo e de partículas, porosidade total, estabilidade de agregados e os diâmetros médios geométricos dos agregados. Sistemas de manejo agroecológicos apresentaram menor dispersão de argila e maior grau de floculação. Para esse tipo de manejo, a densidade do solo e de partículas apresentaram valores mais próximos das matas de referência. Os agregados foram até 47% menos estáveis em lavouras que utilizam a capina em relação aos que utilizam a roçagem. A utilização da capina consequentemente expõe o solo às ações do clima e aumenta o potencial de degradação do solo ao longo dos anos, reduzindo sua qualidade física.

**Termos para indexação:** Café conilon, sustentabilidade, agricultores familiares.

## PHYSICAL SOIL ATTRIBUTES IN DIFFERENT COFFEE MANAGEMENT SYSTEMS IN THE SOUTHERN REGION OF ESPIRITO SANTO

**ABSTRACT:** *Espirito Santo state is the second largest coffee arabica producer and the largest canephora coffee producer in Brazil. Coffee culture is responsible for a large part of the family income of 67% of the state farmers. Generally, production is based in monoculture systems showing advanced soil degradation stage. The objective of this study is to evaluate the effects of different coffee management systems under some physical soil attributes. The work was conducted in 6 family agriculture properties and two native forests where conilon coffee is handled through different systems. In this study were used compound soil samples obtained from two layers (0 to 10 and 10 to 20cm). Were determined granulometry, loss of horizon A, water dispersed clay, flocculation level, soil and particle densities, total porosity, aggregates stability and average geometric diameters of the aggregates. Agroecological management systems presented lower clay dispersion and higher flocculation levels. For this type of management, soil density and particle levels presented values closer to the reference forests. Aggregates were down to 47% less stable in farmings that use weeding in relation to the ones that use mowing. Weeding use consequently exposes soil to weather actions and increases soil degradation potential throughout the years, reducing its physical quality.*

**Index terms:** *Conilon coffee, sustainability, family farmers.*

### 1 INTRODUÇÃO

No estado do Espírito Santo, a cafeicultura é uma das atividades agrícolas mais desenvolvidas. O Estado é o maior produtor de café conilon do Brasil. A primeira estimativa de safra 2011 foi de 7.6 milhões de sacas beneficiadas, superior em 3,71% a de 2010 (CONJUNTURA DO CAFÉ NO ESPÍRITO SANTO JANEIRO - CONAB, 2011). A maioria das lavouras da região Sul encontra-se em propriedades de agricultura familiar, com baixa aplicação de insumos agrícolas e práticas de manejo de menor sustentabilidade agrícola e em sua maioria, são estabelecidas em regiões de relevo forte ondulado a montanhoso (THOMAZINI,

AZEVEDO; MENDONCA, 2012; BRINATI et al., 2008).

Os atributos físicos do solo podem ser usados como indicadores de sua qualidade e permitem o monitoramento de áreas que sofreram impacto da agricultura. A identificação e o desenvolvimento de sistemas de manejo de solo adaptados às condições edafoclimáticas, sociais e culturais regionais é uma das principais metas da pesquisa em manejo de solos (COSTA et al., 2003).

No sul do estado do Espírito Santo, as lavouras de café conilon são manejadas de diferentes formas, desde sistemas mais tradicionais com capina e eliminação total da vegetação espontânea, a sistemas agroflorestais

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Centro de Ciências Agrárias/CCA -29500-000 - Alegre - ES - andre.thz@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Centro de Ciências Agrárias/CCA -29500-000 - Alegre - ES - hcazevedo.agro@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Centro de Ciências Agrárias/CCA -29500-000 - Alegre - ES - patricklpinheiro@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Centro de Ciências Agrárias/CCA -29500-000 - Alegre - ES - eduardo.mendonca@ufes.br

e consórcios café-frutas-árvores, que são mais diversificados e mantêm maior cobertura do solo. A maioria das lavouras nessa região apresenta manejo convencional, com baixa cobertura do solo (BRINATI et al., 2008). Isso, ao longo dos anos, gera o empobrecimento do solo pela perda do horizonte superficial e conseqüente perda de matéria orgânica, material mineral e nutrientes, levando à queda da produtividade da lavoura (BEUTLER et al., 2003).

Os efeitos da erosão em sistemas que não priorizam a conservação do solo são comuns nessa região. Na estação chuvosa de 2011 foram quantificadas, em sistemas de manejo convencional de café, perdas de 2,71 Mg/ha de solo (AZEVEDO et al., 2011). Paralelamente a isso, manejos que apresentam cobertura do solo, diversidade de plantas espontâneas e cultivadas proporcionaram as menores perdas (0,092 Mg/ha) (AZEVEDO et al., 2011). Dessa forma, o efeito do manejo nesses sistemas têm reflexos diretos nos atributos físicos do solo, como textura, densidade do solo, argila dispersa e estabilidade de agregados (SILVA; REINERT; REICHERT, 2000). Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo da cultura do café em alguns atributos físicos do solo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em seis propriedades de agricultura familiar e duas matas nativas na comunidade Feliz Lembrança, município de Alegre, região do Caparaó, Espírito Santo, área de abrangência do bioma Mata Atlântica. O clima regional é o tropical, chuvoso no verão e seco no inverno, a temperatura média anual é de 22° C. A altitude mínima é de 100m e a máxima de 1.326m e pluviosidade média anual de 800-1.200 mm. Nas propriedades existem diferentes áreas de plantio de café (como cultura principal), cultivado em sistemas agroflorestais e consórcios (Tabela 1). As áreas foram separadas de acordo com a classe de solos (grupos 1 e 2). A classe de solo no Grupo 1 é formada por Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) profundo e bem drenado, ácido e pobre em nutrientes disponíveis para as plantas, e no Grupo 2 a classe é de Neossolo (SANTOS et al., 2010). A mata nativa A foi utilizada como referência para Grupo 1 e a mata nativa E para o Grupo 2.

Os sistemas são de baixa dependência de insumos externos, e o manejo das plantas espontâneas é realizado manualmente com enxada retirando a cobertura do solo e roçadeira

manual nos que a mantêm. Eventualmente, os agricultores realizam adubação com formulados de NPK e calagem anual. A caracterização química dos solos é apresentada na Tabela 2. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, em cada grupo. Para a caracterização do manejo, foram coletadas amostras compostas nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm, sendo que cada repetição foi constituída por 4 amostras simples. As avaliações foram feitas no Laboratório de Física do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES). Para medir a perda do horizonte A, foi feita uma medição em outubro de 2010 e outra em março de 2011 do horizonte com auxílio de uma régua graduada. Para isso foram abertas trincheiras a fim de visualizar a dimensão do horizonte A nos diferentes sistemas. A perda foi calculada por diferença e transformada em porcentagem.

As amostras de solo foram destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). A análise granulométrica foi realizada em conformidade com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997). A determinação da argila dispersa em água seguiu a mesma metodologia usada na determinação da argila total sem dispersante químico. Para a determinação da densidade do solo, utilizaram-se amostras indeformadas coletadas com o auxílio de amostrador de Uhland, pelo método do anel volumétrico. A cada medida de densidade foram tomadas a altura e o diâmetro de cada anel com auxílio de um paquímetro, para o cálculo do seu volume. A densidade de partícula foi realizada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997). A porosidade total do solo (PT) foi obtida pela expressão:  $PT = (1 - D_s / D_p)$ , sendo  $D_s$ : densidade do solo e  $D_p$ : densidade de partículas.

Para a determinação da estabilidade de agregados, a coleta de solo foi realizada sem destruição dos torrões, que foram acondicionados em sacos plásticos e, posteriormente, secados ao ar. No preparo das amostras, os torrões foram desmanchados manualmente, tomando-se cuidado para não destruir os agregados. Os agregados foram, posteriormente, passados em peneiras de 4 mm e 2 mm, e os agregados retidos na menor peneira foram selecionados para a análise em laboratório, via úmida no aparelho de Yoder (EMBRAPA, 1997). Determinou-se a porcentagem de agregados retidos em cada classe de tamanho, o diâmetro médio de agregados (DMG) e o diâmetro médio ponderado (DMP) para as amostras nas duas camadas (EMBRAPA, 1997).

**TABELA 1** - Descrição dos sistemas de manejo na comunidade de Feliz Lembrança, Alegre, Espírito Santo.

Grupo 1 – Latossolo Vermelho Amarelo (LVA)							
SIST	Composição anterior	Idade Café	Composição atual	Tempo de adoção	Cobertura Vegetal	Unidade Paisagem	
A	Mata Atlântica	-	Mata Atlântica	-	Presente	Topo de elevação convexa	
B	Café e Palmito	12	Café, Ingá, Palmito, Frutíferas, VE <sup>(2)</sup>	4	Presente	Terço médio de elevação côncava	
C	Café	14	Café, Trapoeraba	8	Presente	Terço médio de elevação convexa	
D	Café e Pastagem	15	Café, Banana, Laranja, Mamão	6	Ausente	Terço médio de elevação convexa	
	Roçagem	Capina	EF <sup>(4)</sup>	TE <sup>(5)</sup>	Altitude	D <sup>(6)</sup>	Coordenadas
A	-	-	Oeste	6	706	4	20°47'13.00"S 41°30'20.28"W
B	Realiza	Não	Oeste	8	405	27	20°47'52.51"S 41°30'37.72"W
C	Realiza	Não	Oeste	9	395	26	20°47'38.27"S 41°30'23.76"W
D	Não	Realiza	Norte	8	403	33	20°47'37.58"S 41°30'52.63"W
Grupo 2 – Neossolo							
SIST	Composição anterior	Idade Café	Composição atual	Tempo de adoção	Cobertura Vegetal	Unidade Paisagem	
E	Mata Atlântica	-	Mata Atlântica	-	Presente	Terço médio de elevação côncava	
F	Café e Coco	13	Café, Coco, Laranja, Banana, TRP <sup>(3)</sup> ; VE	8	Presente	Terço médio de elevação côncava	
G	Café	7	Café	7	Ausente	Terço Inferior de elevação convexa	
H	Café	22	Café, Acerola, Brachiaria, VE	10	Presente	Terço médio de elevação convexa	
	Roçagem	Capina	EF <sup>(4)</sup>	TE <sup>(5)</sup>	Altitude	D <sup>(6)</sup>	Coordenadas
E	-	-	Leste	9	580	35	20°47'55.68"S 41°30'32.28"W
F	Realiza	Não	Leste	7,5	290	6	20°47'37.58"S 41°30'52.63"W
G	Não	Realiza	Oeste	8,5	346	23	20°47'44.45"S 41°30'38.85"W
H	Realiza	Não	Oeste	9	365	27	20°47'49.58"S 41°30'25.71"W

(1) SIST: Sistemas de cultivo, grupos 1 e 2; (2) VE: Vegetação espontânea; (3) TPR: Trapoeraba; (4)EF:Exposição da face; (5) TE: Tempo de exposição em horas; (6)D: Declividade em porcentagem.

TABELA 2 - Caracterização química dos sistemas de manejo de café na comunidade de Feliz Lembrança, Alegre, ES.

	P <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	Na <sup>2</sup>	Ca <sup>2</sup>	Mg <sup>2</sup>	Al <sup>2</sup>	H+Al	SB	t	T	V	
Sistemas	pH	-----mg/dm <sup>3</sup> -----			-----cmolc/dm <sup>3</sup> -----			-----cmolc/dm <sup>3</sup> -----			%	
Grupo 1 – Latossolo Vermelho Amarelo (LVA)												
-----0 a 10 cm-----												
A	4,40	3,44	10,10	0,00	0,76	0,20	0,55	3,15	0,99	1,54	4,14	23,84
B	6,70	2,24	61,90	0,60	0,78	1,10	0,00	1,10	2,04	2,04	3,14	64,98
C	5,50	1,85	7,00	0,00	2,31	0,46	0,10	2,20	2,79	2,89	4,99	55,89
D	5,40	2,32	18,60	0,00	2,66	0,64	0,15	2,10	3,35	3,50	5,45	61,45
-----10 a 20 cm-----												
A	4,40	2,34	5,70	0,20	1,80	0,20	0,85	3,20	2,02	2,87	5,22	38,64
B	6,80	2,33	30,40	0,50	0,33	1,07	0,00	1,10	1,48	1,48	2,58	57,37
C	5,60	1,45	5,60	0,00	1,68	0,37	0,05	1,75	2,06	2,11	3,81	54,12
D	5,60	1,86	12,80	0,00	2,38	0,60	0,10	2,35	3,01	3,11	5,36	56,18
Grupo 2 –Neossolo												
-----0 a 10 cm-----												
E	5,50	2,32	12,90	0,00	1,77	0,47	0,05	2,15	2,27	2,32	4,42	51,39
F	5,80	4,35	13,60	0,00	1,08	0,87	0,10	3,30	1,98	2,08	5,28	37,56
G	4,70	1,09	4,20	0,00	0,08	0,14	1,00	3,70	0,23	1,23	3,93	5,87
H	6,00	3,43	15,30	0,00	5,54	0,95	0,00	1,60	6,53	6,53	8,13	80,32
-----10 a 20 cm-----												
E	5,50	2,43	10,20	0,00	1,21	0,44	0,05	1,95	1,68	1,73	3,63	46,22
F	5,30	3,33	10,80	0,00	1,05	0,59	0,45	3,20	1,67	2,12	4,87	34,26
G	4,90	1,23	3,90	0,00	0,08	0,13	0,93	3,25	0,22	1,15	3,47	6,31
H	6,10	2,77	13,00	0,00	4,11	0,72	0,00	1,75	4,86	4,86	6,61	73,54

1 forma disponível; 2 forma trocável.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 são apresentados os teores de areia, silte e argila para os solos sob diferentes sistemas de manejo de café. As diferenças na granulometria se devem às diferenças pedológicas, sendo solos com características distintas, o que os diferenciam em se tratando das proporções

de areia, silte e argila. Entretanto, o histórico de uso da área proporciona diferentes coberturas do solo, cada sistema apresentando susceptibilidade distinta à erosão ao longo dos anos, o que pode influenciar a granulometria com a remoção seletiva das partículas de argila da camada superficial (FERRÃO et al., 2004 THOMAZINI; AZEVEDO; MENDONÇA, 2012).

A redução da espessura do horizonte superficial do solo é apresentada na Tabela 4. No grupo 1 (LVA) a menor redução do horizonte A foi verificada no sistema agroecológico C

(8,5%). A maior redução foi observada para o sistema G (53,65%) enquanto que o sistema de cultivo conservacionista H reduziu apenas 5,2%, ao longo do período chuvoso no grupo 2. Para Santos et al. (2010) a espessura do horizonte A é indicativa da qualidade do solo e do seu potencial produtivo. Manejos agroecológicos

proporcionam maior aporte de material orgânico, que aumentam a espessura do horizonte A e protegem o solo da degradação. Além disso, a preservação do horizonte A é fundamental para um bom desenvolvimento das plantas, assegurando produção de qualidade e sustentável de alimentos (FRANCO, 2000).

**TABELA 3** - Valores médios de areia, silte e argila e a classificação textural do solo segundo SBCS e EMBRAPA nas profundidades de 0-10 e 10- 20 cm, para os diferentes sistemas de manejo do café.

Sistemas	Areia	Silte	Argila	Classe Textural SBCS <sup>1</sup> Embrapa	
----- g kg <sup>-1</sup> de solo -----					
Grupo 1 – Latossolo Vermelho Amarelo (LVA)					
-----0--10-----					
A	731,86	68,03	200,10	Franco Argilo Arenoso	Média
B	536,79	59,90	403,21	Argila Arenosa	Argilosa
C	600,52	28,25	371,23	Argila Arenosa	Argilosa
D	614,44	49,22	336,34	Franco Argilo Arenoso	Argilosa
-----10--20-----					
A	639,00	43,64	317,37	Franco Argilo Arenoso	Média
B	502,24	61,20	436,56	Argila Arenosa	Argilosa
C	518,98	31,80	449,21	Argila Arenosa	Argilosa
D	599,83	44,46	355,70	Argila Arenosa	Argilosa
Grupo 2 – Neossolo					
-----0--10-----					
E	777,93	59,48	162,59	Franco Arenoso	Média
F	636,90	83,00	280,63	Franco Argilo Arenoso	Média
G	692,33	82,04	225,62	Franco Argilo Arenoso	Média
H	559,25	79,00	361,75	Argila Arenosa	Argilosa
-----10--20-----					
E	544,31	72,59	383,10	Argila Arenosa	Argilosa
F	543,12	156,65	300,24	Franco Argilo Arenoso	Média
G	539,95	78,04	382,01	Argila Arenosa	Argilosa
H	670,61	40,17	289,21	Franco Argilo Arenoso	Média

**TABELA 4** - Estimativa média da perda do horizonte A nos diferentes sistemas de manejo do café, durante a estação chuvosa 2010/2011.

Sistemas	Grupo 1 – Latossolo Vermelho Amarelo(LVA)				Grupo 2 – Neossolo			
	A	B	C	D	E	F	G	H
-----cm-----								
Novembro	16.50	12.00	8.20	4.00	22.00	6.00	4.10	9.50
Março	16.40	10.50	7.50	3,3	22.00	4.80	1.90	9.00
-----%-----								
Perda	0.06	12.50	8.50	17,5	0.00	20.00	53.65	5.20

A tabela 5 apresenta os valores de porcentagem de argila dispersa em água, grau de floculação, densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total. Nas duas profundidades do solo, no Grupo 2 o sistema G (café em Neossolo) apresentou os maiores teores de argila dispersa em água (91,66 e 92,36%, respectivamente) e os menores para o grau de floculação (7,93 e 7,30 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente) com valores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). O LVA (Grupo 1) em média, apresentou maior dispersão de argila do que o Neossolo (Grupo 2), devido aos maiores conteúdos de argila desse grupo. Para a densidade do solo no Grupo 1, o sistema D (café, banana, laranja e mamão sobre LVA) diferenciou-se significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais sistemas nas duas profundidades. O mesmo comportamento foi verificado pelo

sistema G (café e Neossolo) no Grupo 2. Esses sistemas de manejo não priorizam a manutenção da cobertura no solo, adotando um manejo que, ao longo dos anos, potencializa a degradação do solo, o que pode explicar os maiores valores de densidade. Os sistemas que mantêm a cobertura vegetal, adotando a roçada da vegetação espontânea, como os sistemas agroflorestais B e F, obtêm valores de densidade mais próximos das matas de referência para cada grupo.

Maia et al. (2006) verificaram que agroecossistemas que priorizam a cobertura vegetal do solo apresentam menor dispersão de argila e maior floculação do solo, quando comparados a sistemas de cultivo intensivo. Santos et al. (2009) em seus estudos caracterizando solos da região sul do estado do Espírito Santo, verificaram que o manejo conservacionista aplicado nos sistemas de cultivo melhorou a qualidade física

**TABELA 5** - Valores médios de argila dispersa em água (ADA), grau de floculação (GF), densidade do solo (DS), densidade de partículas (DP) e porosidade total (P) para os diferentes sistemas de manejo de café, nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm.

SISTEMAS	ADA (%) <sup>(1)</sup>	GF (%) <sup>(2)</sup>	DS (g/cm <sup>3</sup> ) <sup>(3)</sup>	DP (g/cm <sup>3</sup> ) <sup>(4)</sup>	P (%) <sup>(5)</sup>
Grupo 1 – Latossolo Vermelho Amarelo (LVA)					
-----0 a 10 cm-----					
A	55.24 d	43.77 a	0.98 b	2.57 b	66.33
B	69.98 c	28.19 b	1.13 b	2.65 b	56.00
C	90.31 a	9.16 d	1.15 b	2.21 c	54.00
D	81.35 b	17.64 c	1.36 a	2.89 a	57.33
-----10 a 20 cm-----					
A	42.28 c	57.38 a	1.04 c	2.60 b	66.00
B	80.87 a	19.45 c	1.14 bc	2.64 b	57.66
C	74.89 b	24.43 b	1.20 b	2.30 c	54.66
D	79.61 ab	20.72 c	1.40 a	2.91 a	58.66
Grupo 2 – Neossolo					
-----0 a 10 cm-----					
E	63.20 c	36.01 a	1.04 c	2.56 c	63.66
F	76.17 b	23.01 b	1.33 b	2.78b	55.66
G	91.66 a	7.93c	1.63 a	2.95 a	43.00
H	78.43 bc	22.90 b	1.19 bc	2.77 b	56.66
-----10 a 20 cm-----					
E	30.42 c	68.90 a	1.07 c	2.53 c	59.66
F	74.64 b	24.68 b	1.36 b	2.75 b	60.00
G	92.36 a	7.30 c	1.70 a	2.95 a	45.66
H	73.78 b	25.55 b	1.23 b	2.88ab	55.33

(1) ADA: Argila dispersa em água; (2) GF: Grau de floculação; (3) DS: densidade do solo; (4) DP: Densidade de partículas; (5) P: Porosidade total. Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

do solo e proporcionou melhores produtividades e qualidade na produção de alimentos. Effgen (2006) encontrou diferenças significativas em diferentes manejos nas lavouras cafeeiras na região sul do Espírito Santo. Na profundidade de 0 a 20 cm, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura argilosa, o manejo da lavoura com roçagem associada ao uso da palha de café apresentou menor densidade do solo ( $1,36 \text{ g/cm}^3$ ). Já no sistema que utiliza a capina como manejo das plantas espontâneas a densidade do solo foi de  $1,46 \text{ g/cm}^3$ .

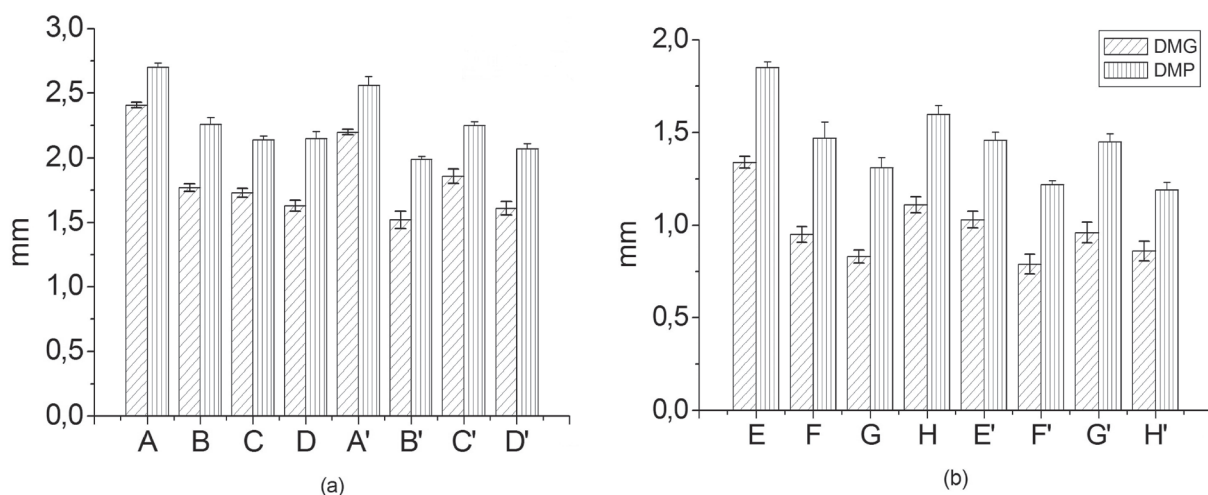
Matiello et al. (2002) afirmam que, devido ao café conilon apresentar raízes mais vigorosas, a densidade do solo crítica para o desenvolvimento radicular está em torno de  $1,45 \text{ mg/dm}^3$ . Segundo os autores, as raízes de café conilon só não são capazes de romper solos com densidade acima de  $1,80 \text{ mg/dm}^3$ . De modo geral, os sistemas estudados não apresentam densidade do solo restritiva ao desenvolvimento radicular do café conilon. Apenas os sistemas de manejo D (café, banana, laranja e mamão em LVA) e G (café em Neossolo) apresentam densidades do solo limitantes ao desenvolvimento do café. Sistemas de manejo convencional tornam o solo mais susceptível à degradação, reduzindo a capacidade do solo de reter água e nutrientes, e os teores de carbono orgânico (MATOS et al., 2011). Esse processo acarreta restrições ao desenvolvimento e produção para a cultura do café (ZUCOLOTO et al., 2008; EFFGEN, 2006).

A Figura 1 apresenta os diâmetros médios geométricos (DMG) e ponderados (DMP) para os diferentes grupos, nas duas profundidades

estudadas. No grupo 1 (LVA), os maiores valores médios de DMG e DMP foram obtidos no sistema agroflorestal B (palmito e frutíferas em LVA), na camada de 0 a 10 cm e para o sistema de manejo agroecológico C (café e trapoeraba) na camada de 10 a 20 cm. Os sistemas agroecológicos do Grupo 2 apresentaram o mesmo comportamento do Grupo 1.

Na Tabela 6 são apresentados valores da porcentagem média dos agregados em diferentes classes. O Grupo 1, Latossolo, apresentou maior porcentagem média de agregados na classe de 4 mm do que o Grupo 2, Neossolo. Os solos do Grupo 1 apresentaram maiores teores de argila do que os do Grupo 2. Na camada de 0 a 10 cm o sistema B (café e palmito em LVA) apresentou maior porcentagem de agregados na classe de 4 mm e o sistema C (Café e trapoeraba) os maiores valores na camada de 10 a 20 cm. Os dois sistemas de cultivo apresentaram, em média, menores teores de agregados menores que 0,25 mm nas duas camadas. A formação de agregados maiores e estáveis promovem melhorias na qualidade do solo, aumentando a porosidade e capacidade de infiltração de água, facilitando o crescimento das raízes e diminuindo a dispersão de argila (SANTOS et al., 2009). Isso evidencia que o manejo convencional da lavoura cafeeira não favorece a formação de agregados estáveis no solo (ZUCOLOTO et al., 2008; EFFGEN, 2006).

Em ambientes onde não há revolvimento do solo é potencializada a interação das partículas de argila e matéria orgânica, participando como agentes agregantes favorecendo a estabilidade de agregados (EFFGEN, 2006). O menor aporte



**FIGURA 1** - Diâmetro médio geométrico e diâmetro médio ponderado para o grupo 1 (a) (A, B, C, D e A', B', C', D') e grupo 2 (b) (E, F, G, H e E', F', G', H') na camada de 0 a 10 e 10 a 20 cm, respectivamente.

orgânico nas lavouras de café da região do Caparaó-ES é de grande frequência devido ao alto índice de capinas, que reduz a proteção do solo e remove toda a matéria fresca sobre o solo (BRINATE et al., 2008). Existe correlação significativa entre o conteúdo de matéria orgânica

e índice de estabilidade de agregados, ocorrendo graças ao fato de as moléculas orgânicas atuarem nas etapas de formação e estabilização dos agregados, além de servirem de fonte de energia para os microrganismos, que são importantes agentes de agregação (WOHLENBERG et al., 2004).

**TABELA 6** - Porcentagem média de agregados em diferentes classes nos diferentes sistemas de manejo do café nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm.

SISTEMAS	Classes de Agregados				
	4 a 2	2 a 1	1 a 0.5	0.5 a 0.25	< 0.25
-----mm-----					
Grupo 1 – Latossolo Vermelho Amarelo (LVA)					
0--10					
A	84.45 a	9.77 d	1.21 c	0.93 c	3.63 c
B	63.11 b	20.09 b	5.23 b	4.62 b	6.94 a
C	54.79 c	27.17 a	8.37 a	5.26 ab	4.40 b
D	58.79 b	19.26 c	9.02 a	5.39 a	7.52 a
10--20					
A	84.45 a	9.77 d	1.21 d	0.93 c	3.63 c
B	48.62 d	27.60 a	11.13 b	6.18 a	6.46 a
C	60.01 b	25.11 b	6.25 c	4.92 b	3.70 c
D	53.69 c	22.57 c	12.22 a	6.22 a	5.29 b
Grupo 2 – Neossolo					
0--10					
E	43.82 a	27.41 b	11.73 d	7.86 c	9.16 c
F	29.42 b	26.06 b	16.46 a	14.06 a	13.99 b
G	21.96 c	30.79 a	14.45 c	14.90 a	17.88 a
H	32.90 b	28.98 ab	15.71 b	12.14 b	10.24 c
10--20					
E	24.65 a	35.38 a	17.97 c	11.39 c	10.60 b
F	19.42 b	26.59 c	20.36 b	18.66 a	14.97 a
G	25.84 a	30.78 b	13.50 d	11.40 c	15.12 a
H	13.13 c	36.79 a	22.93 a	16.80 b	10.34 b

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.



#### 4 CONCLUSÕES

1. A remoção da cobertura do solo no sistema cafeeiro conilon potencializa a dispersão de argila e consequente degradação do solo, ao longo dos anos de cultivo.

2. A manutenção do aporte orgânico no solo em sistemas agroecológicos aumenta a estabilidade dos agregados e seu diâmetro, além de reduzir os valores de densidade do solo, sendo fundamental para um bom desenvolvimento e produtividade do café conilon na região do Caparaó-ES.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Aos agricultores pelo interesse no trabalho, ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica dos dois primeiros autores e pela bolsa de produtividade em pesquisa do último autor.

#### 6 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, H. C.; THOMAZINI, A. ; PINHEIRO, P. L. ; GODINHO, T. O. ; MENDONCA, E. S. Perdas de solo, água e nutrientes sob diferentes sistemas de cultivo no sul capixaba. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2011, Uberlândia. Resumos expandidos...Viçosa: SBCS, 2011. v. 1. p. 12-16.
- BEUTLER J. F.; BERTOL I.; VEIGA M.; WILDNER L. P. Perdas de solo e água num Latossolo Vermelho Alumino férrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 509-517, 2003.
- BRINATE, S. V. B. ; NOGUEIRA, N. O. ; MARTINS, L. D ; TOMAZ, M. A. ; ANDRADE, F. V ; PASSOS, R.R. Avaliação dos atributos físicos de solos sob cultivo de café na microrregião do caparaó ES. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR-II INICJR, 2008, São José dos Campos. Resumos expandidos... São José dos Campos, 2008,v. 1. p. 12-16.
- CONAB. Conjuntura do Café no Espírito Santo janeiro/2011. Vitória-ES. Disponível em [www.conab.gov.br/.../11\\_02\\_11\\_08\\_24\\_40\\_conjuntura\\_cafe\\_janeiro\\_2011.pdf](http://www.conab.gov.br/.../11_02_11_08_24_40_conjuntura_cafe_janeiro_2011.pdf) Acesso: 01 nov. 2011.
- COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, n.5, p. 527-535, 2003.
- EFFGEN, T. A. M. Atributos do solo em função de tratos culturais em lavouras de cafeeiro conilon no sul do Estado do Espírito Santo. 2006. 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Alegre, UFES. 2006.
- EMBRAPA: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H.; VERDIM FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. Café Conilon: Técnicas de produção com variedades melhoradas. Vitória: INCAPER, 2004. 60p.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows 4. 0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos. Anais. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2000. p.255-258.
- FRANCO, F.S. Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na zona da mata de Minas Gerais. 2000. 148f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.
- GLIESSMAM, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 35 p.
- MAIA, S. M. F. ; XAVIER, F. A. S. ; OLIVEIRA, T. S. ; MENDONCA, E. S. ; ARAUJO FILHO, J. A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 30, p. 837-848, 2006.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNADES, D. R. Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2002. 387p.
- MATOS, E. S. ; MENDONCA, E. S. ; CARDOSO, I. M. ; LIMA, P. C ; FREESE, D. Decomposition and nutrient release of leguminous plants in coffee agroforestry systems. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 35, p. 141-149, 2011.
- OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; VITORINO, A.C.T.; FERREIRA, M.M.; SÁ, M.A.C.; LIMA, J.M. Agitador horizontal de movimento helicoidal na dispersão mecânica de amostras de três Latossolos do sul e campos das vertentes de Minas Gerais. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 3, p. 881-887, 2002.

- THOMAZINI, A. ; AZEVEDO, H. C. ; MENDONCA, E. S. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas conservacionistas e convencionais de café no sul do estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 7, p. 150-159, 2012.
- SANTOS, L.N.S.; PASSOS, R. R.; SILVA, L.V.M.; OLIVEIRA, P.P.; GARCIA, G. O.; CECÍLIO, R.A. Avaliação de alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes coberturas vegetais. *BioscienceJournal, Uberlândia*, v. 26, n. 3, p. 940-947, 2010.
- SANTOS, L.N.S.; PASSOS, R. R.; SANTOS, C.L. GARCIA, G. O.; CECÍLIO, R.A. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo sob diferentes coberturas vegetais em Alegre (ES). *Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia, Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 4, p. 140-149, 2009.
- SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, v.24, n. 5, p.191-199, 2000.
- ZUCOLOTO, M. ; COELHO, R. I. ; LIMA, J. S. S. ; SANTOS, J. G. ; ALMEIDA, G. D. Atributos físicos de um latossolo sob diferentes coberturas vegetais. *Revista Facultad Nacional de Agronomia, Medellin*, v. 61, n. 2, p. 4600-4604, 2008.
- WOHLENBERG, E. et al. Dinâmica da agregação de um solo franco arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas*, v. 28, n.5, p. 891-900, 2004.