



Níveis de compactação e agregação do solo em área com cobertura de pousio após treze anos de semeadura direta⁽¹⁾.

Danyllo Denner de Almeida Costa⁽²⁾; José Luiz Rodrigues Torres⁽³⁾; Amanda Yamada Tamburús⁽²⁾; Venâncio Rodrigues e Silva⁽²⁾; Lucas Gabriel Bueno Alves⁽²⁾; Dinamar Márcia da Silva Vieira⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fapemig.

⁽²⁾ Estudante de Graduação do Curso de Agronomia, bolsistas de Iniciação Científica PET/MEC; PET/MEC; PIBITI/CNPq; PIVIC do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Câmpus Uberaba. Rua João Batista Ribeiro, 4000, Uberaba-MG, CEP 38064-790. E-mail: danyllo.denner@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Titular, Doutor em Produção Vegetal do IFTM Câmpus Uberaba. ⁽⁴⁾ Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo IFTM Câmpus Uberaba.

RESUMO: Em áreas cultivadas por longos períodos tem sido observado o agravamento dos problemas com relação à agregação do solo, que diminui devido ao aumento da sua densidade e compactação, dificultando o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e prejudicando a absorção de nutrientes. Neste estudo avaliou-se as alterações causadas em alguns atributos físicos do solo numa área após treze anos de semeadura direta, no Cerrado mineiro. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com duas coberturas do solo: área em pousio (vegetação espontânea com predomínio de Poáceas) e sem cobertura, onde foi avaliada a densidade do solo (Ds), resistência à penetração (RP), umidade volumétrica (UV), estabilidade de agregados (EA), diâmetros médios ponderado (DMP) e geométrico (DMG) em quatro profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m), com quatro repetições em parcelas de 5 x 10 m. Observou-se que a resistência à penetração e a densidade do solo aumentaram significativamente na área sob cobertura de pousio após treze anos em semeadura direta. A adição de resíduos vegetais na superfície do solo proporcionou maior estabilização dos agregados na área em camada superficial do solo (até 0,10 m). O diâmetro médio ponderado (DMP) e o geométrico (DMG) foram significativamente maiores até 0,10 m de profundidade. O solo apresentou compactação (0,10 a 0,30 m) e reagregação da sua estrutura.

Termos de indexação: atributos físicos, plantio direto, plantas de cobertura.

INTRODUÇÃO

A intensa mobilização dos solos tropicais traz como consequência sua desagregação superficial, sujeita à formação de uma fina crosta resultante da dispersão das partículas do solo, e ainda outra camada subsuperficial compactada, resultante tanto da pressão exercida pelo peso dos implementos agrícolas como pela ação direta dos pneus.

Em virtude dessas dificuldades, têm surgido no mercado novas tecnologias que visam aumento da produção com redução de seus custos, no entanto, os produtos lançados estão em sua maioria associados ao tráfego intenso de implementos mais pesados, como ocorre nas áreas em sistema de semeadura direta (SSD). Contudo, em áreas cultivadas por longos períodos tem sido observado o agravamento dos problemas em relação à agregação do solo que diminui devido ao aumento da densidade e compactação do solo (Hickmann et al., 2012), dificultando o desenvolvimento natural do sistema radicular das plantas e prejudicando a absorção de nutrientes.

Alguns atributos físicos têm sido frequentemente utilizados para avaliar a qualidade do solo, dentre eles, Pragna et al. (2012) destacaram a densidade do solo (Ds), resistência mecânica à penetração (RP), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), volume total dos poros (VTP) e estabilidade dos agregados (EA) como os mais utilizados.

Stone & Silveira (2001) avaliaram algumas áreas após três anos de implantação do SSD e observaram o aumento dos valores de Ds e Mi, com diminuição dos valores de Ma e VTP na camada superficial, quando comparados ao sistema de semeadura convencional (SSC). Hernani & Salton (2009) avaliaram os atributos do solo em diferentes sistemas de manejo por dezesseis anos e observaram que no sistema de semeadura direta ocorreu a elevação da Ds e diminuição da VTP nas profundidades de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, aumento dos agregados de maior tamanho e consequentemente do DMP.

Numa área após vinte e três anos de SSD, Hickmann et al. (2012) observaram alterações significativas na camada superficial (0,00-0,05 m), quando comparado às áreas sob SSC. Em profundidades maiores no SSC há aumento da degradação física do solo, pois ocorre redução da Ma, VTP, EA, condutividade hidráulica, carbono orgânico total e aumento da Ds.

O presente estudo objetivou avaliar as alterações provocadas sobre alguns atributos físicos utilizados



como indicadores da qualidade do solo, treze anos após a implantação do SSD.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área experimental do IFTM Câmpus Uberaba, onde no ano de 2000 realizou-se a calagem, subsolagem (0,45 m) e duas gradagens antes de se implantar o SSD.

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, com médias anuais de precipitação e temperatura na ordem de 1600 mm e 22,6°C, respectivamente. O solo foi caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico, textura média, com 210 g kg⁻¹ de argila, 710 g kg⁻¹ de areia e 80 g kg⁻¹ de silte, na camada 0,00-0,20 m.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com duas coberturas do solo: área em pousio (vegetação espontânea com predomínio de Poáceas) e sem cobertura, onde foram avaliados densidade do solo (Ds), resistência à penetração (RP), umidade volumétrica (UV), estabilidade de agregados (EA), diâmetros médios ponderado (DMP) e geométrico (DMG) em quatro profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m), com quatro repetições, em parcelas de 5 x 10 m.

A RP foi avaliada com penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de ponteira cônica de 30°, nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos (N) e transformados através da equação $RP (kgf\ cm^{-2}) = 5,6 + 6,98 N$. Os valores foram multiplicados pela constante 0,098 e transformados em MPa (Arshad et al., 1996).

A Ds foi determinada em amostras com estrutura indeformada previamente saturadas por 24h, pelo método do anel volumétrico, utilizando uma unidade de sucção a 0,60 m de altura de coluna de água.

Foram coletadas três amostras deformadas em cada parcela, com auxílio de enxadão. Os torrões foram secos ao ar e desmanchados manualmente, em seguida foi analisada a estabilidade dos agregados pelo método descrito por Kemper & Chepil (1965). A partir dos valores de massa dos agregados foram calculados o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG) e avaliou-se a distribuição dos agregados por classes de diâmetro.

Os atributos físicos foram submetidos à análise de variância, realizada com auxílio do programa SISVAR, nestes foram aplicados o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os valores obtidos para RP e Ds observou-se que aumentaram significativamente na área com cobertura de pousio após treze anos de cultivo em SSD, que apresentaram RP de 3,35 e 3,27 MPa nas profundidades de 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, quando comparados aos 1,08 e 2,18 MPa nestas mesmas profundidades na área sem cobertura, respectivamente (**Tabela 1**), enquanto que a Uv se manteve constante no perfil do solo em ambos os períodos avaliados.

Estes valores de RP são considerados altos de acordo com classificação proposta por Arshad et al. (1996) e já causa efeitos restritivos ao crescimento das plantas, como destacado por alguns autores e amplamente aceito no meio científico, que afirmam que a RP limitante ao crescimento radicular é de 2,0 MPa (Silva et al., 2008). Contudo, Richart et al. (2005) destacam que o valor restritivo pode variar entre 1,0 a 5,0 MPa para os diferentes tipos de solo.

Para a Ds, Araújo et al. (2004) registraram os valores críticos de 1,65 kg dm⁻³ para solos arenosos e 1,45 kg dm⁻³ para argilosos.

Este comportamento indica que está ocorrendo o adensamento ou a compactação do solo nas camadas subsuperficiais, devido às pressões resultantes do tráfego de máquinas mais pesadas utilizadas no SSD ao longo dos anos.

Tormena et al. (1998) avaliaram as modificações ocorridas nos atributos físicos do solo sob SSD e observaram que os efeitos do tráfego são observados até 0,35 m e os efeitos do preparo até 0,60 m de profundidade e que a compactação causada pelas máquinas reduziu a porosidade e aumentou a Ds até 0,20 m.

Com relação à estabilidade dos agregados, as maiores porcentagens de agregados ficaram retidas nas peneiras de 2,00 mm em ambas as áreas avaliadas (**Tabela 2**), contudo os valores registrados na área em pousio (2013) foram maiores ($p < 0,05$), quando comparados à área sem cobertura (2000), indicando que os agregados formados são bastante estáveis em água em tamanhos maiores. Isso pode estar relacionado ao maior volume de raízes das gramíneas e pelas hifas de fungos, que associadas beneficiam a formação de agregados de maior tamanho e estabilidade nessa camada, como destacado por Coutinho et al. (2010).

Souza et al. (2012) relataram que o sistema radicular fasciculado das gramíneas apresenta efeito rizosférico intenso, que ao ser decomposto liberam nutrientes e contribui para a formação da matéria orgânica do solo, favorecendo seu estado de agregação. Salton et al. (2008) observaram que os sistemas de manejo do solo com rotação de lavoura e pastagem (*Urochloa brizantha*) em SSD



favoreceram a formação de agregados estáveis de maior tamanho, em relação à sistemas apenas com lavouras.

Com relação ao DMP e DMG observou-se diminuição significativa em maiores profundidades nos dois anos (2000 e 2013), não havendo diferenças ($p < 0,05$) entre as coberturas quando comparados os tratamento (**Tabela 3**).

Segundo Conte et al. (2011), o aumento no DMP é observado em solos utilizados em sistemas de manejo que promovem adição de biomassa, o que aumenta o teor de carbono do solo com a presença de espécies que tenham sistema radicular abundante, principalmente de Poáceas, já que a formação e a estabilidade dos macroagregados estão ligadas ao crescimento das raízes e à dinâmica da matéria orgânica do solo.

Loss et al. (2010) afirmaram que em áreas sob SSD, nas profundidades de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m são observado maiores valores de carbono em frações húmicas da matéria orgânica, que favorecem a formação dos agregados do solo, culminando em agregados de maior tamanho e, conseqüentemente, maiores valores de DMP e DMG.

CONCLUSÕES

A resistência à penetração e a densidade do solo aumentaram significativamente na área sob pousio após 13 anos em semeadura direta.

A adição de resíduos vegetais na superfície do solo proporciona maior estabilização dos agregados na área na camada superficial do solo (até 0,10 m);

O diâmetro médio ponderado (DMP) e o geométrico (DMG) são significativamente maiores até 0,10 m de profundidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFTM Câmpus Uberaba pela infraestrutura disponibilizada e à Fapemig pela concessão de bolsa de Iniciação Científica aos estudantes.

REFERÊNCIAS

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J., eds. Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America Journal, 1996, p.123-141.

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, 28:337-345, 2004.

CONTE, O. et al. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura/pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 46:1301-1309, 2011.

COUTINHO, F. S. et al. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto, Uberaba, MG. Comunicata Scientiae, 1:100-105, 2010.

HERNANI, L. C. & SALTON, J.C. Atributos de solo e produtividade de culturas em sistemas de manejo conduzidos por dezesseis anos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 54, 2009, 61 p.

HICKMANN, C. et al. Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. Revista Caatinga, 25:128-136, 2012.

KEMPER, W. D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C. A. ed. Methods of Soils Analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965, p.499-510.

LOSS, A. et al. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. Bragantina, 69:913-922, 2010.

PRAGANA, R. B. et al. Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do Cerrado piauiense. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36: 1591-1600, 2012.

RICHART, A. et al. Compactação do solo: Causas e efeitos. Semina, 26:321-344, 2005.

SALTON, J. C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:11-21. 2008.

SILVA, G. J. et al. Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho-amarelo do cerrado Mato-grossense sob diferentes formas de uso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:2135-2143, 2008.

SOUZA, H. A.; MARCELO, A. V.; CENTURION, J. F. Carbono orgânico e agregação de um Latossolo Vermelho com colheita mecanizada de cana-de-açúcar. Revista Ciência Agronômica, 43:658-663, 2012.

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, 25:395-401, 2001.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22:301-309, 1998.



Tabela 1 - Resistência à penetração (RP), densidade do solo (Ds) e Umidade volumétrica (Uv) avaliadas nas áreas sem cobertura (2000) e sob pousio (2013), após 13 anos, em Uberaba-MG.

Profundidades m	RP		Ds	Uv
	MPa		kg dm ⁻³	cm ³ cm ⁻³
Sem cobertura (2000)				
0,00-0,10	0,82 Bd		1,62 Ba	0,20 Aa
0,10-0,20	1,08 Bc		1,60 Ba	0,20 Aa
0,20-0,30	2,18 Ba		1,58 Ba	0,19 Aa
0,30-0,40	1,60 Bb		1,55 Ba	0,17 Aa
Pousio (2013)				
0,00-0,10	2,27 Ac		1,65 Ab	0,18 Aa
0,10-0,20	3,35 Aa		1,68 Aa	0,18 Aa
0,20-0,30	3,27 Aa		1,69 Aa	0,19 Aa
0,30-0,40	2,87 Ab		1,66 Ab	0,16 Aa
CV (%)	7,13		3,20	14,65

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna comparam profundidades e maiúsculas nas colunas os tratamentos nas mesmas profundidades, que não diferem entre si (Scott-Knott, p<0,05).

Tabela 2 - Distribuição das classes do diâmetro dos agregados avaliadas nas áreas sem cobertura (2000) e sob pousio (2013), após treze anos, em Uberaba-MG.

Profundidades avaliadas m	Classes de agregados por peneira					
	2,00	1,00	0,50	0,250	0,106	<0,106
Sem cobertura (2000)						
0,00-0,10	58,27 Ba	9,95 Ab	4,15 Bc	6,74 Bb	8,57 Aa	12,32 Aa
0,10-0,20	45,48 Ab	10,81 Ba	7,95 Bb	11,83 Ba	9,15 Aa	14,78 Aa
0,20-0,30	32,26 Ac	15,54 Ba	12,27 Ba	12,80 Ba	14,12 Aa	14,01 Aa
0,30-0,40	31,98 Ac	15,01 Aa	12,41 Ba	13,32 Ba	13,15 Aa	14,13 Aa
Pousio (2013)						
0,00-0,10	67,10 Aa	4,11 Bc	6,70 Ac	12,65 Ab	6,76 Ba	2,71 Ba
0,10-0,20	37,33 Bb	12,28 Aa	16,14 Ab	22,73 Aa	8,19 Aa	3,33 Ba
0,20-0,30	17,63 Bc	19,27 Aa	16,51 Ab	26,81 Aa	9,40 Ba	10,35 Ba
0,30-0,40	13,18 Bc	14,84 Aa	24,25 Aa	30,82 Aa	11,80 Aa	5,11 Aa
CV %	18,62	16,60	13,30	14,10	23,53	21,30

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna comparam profundidades e maiúsculas nas colunas os tratamentos nas mesmas profundidades, que não diferem entre si teste de Scott-Knott (p<0,05). Os valores foram ajustados utilizando a fórmula (x+1)^{0,5} para atender os critérios de normalidade e homogeneidade.

Tabela 3 - Diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) nas áreas avaliadas.

Profundidades avaliadas m	DMP		DMG
		%	
Sem cobertura (2000)			
0,00-0,10	3,16 Aa		1,73 Ba
0,10-0,20	2,58 Ab		1,26 Ab
0,20-0,30	2,02 Ac		0,94 Ac
0,30-0,40	2,00 Ac		0,79 Ac
Pousio (2013)			
0,00-0,10	3,53 Aa		2,32 Aa
0,10-0,20	2,28 Ab		1,22 Ab
0,20-0,30	1,42 Ac		0,78 Ab
0,30-0,40	1,21 Ac		0,65 Ab
CV (%)	9,74		13,53

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna comparam profundidades e maiúsculas nas colunas comparam os tratamentos nas mesmas profundidades, que não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).