



Estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho Amarelo sob sistemas integrados de produção ⁽¹⁾

Onã da Silva Freddi⁽²⁾; Wellington de Azambuja Magalhães⁽³⁾; Aglis Alana Zucchi⁽⁵⁾; Guilherme Camargo Oliveira⁽⁵⁾; Flávio Jesus Wruck⁽⁴⁾; Vinicius Marchioro⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e Fundação AGRISUS.

⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); Sinop, MT; onafreddi@ufmt.br; ⁽³⁾ Doutorando; UFMT; Cuiabá, MT; ⁽⁴⁾ Pesquisador; EMBRAPA Agrossilvipastoril; Sinop, MT; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia; UFMT; Sinop, MT;.

RESUMO: Poucos trabalhos tem demonstrado o efeito de diferentes sistemas integrados de produção e seus arranjos florestais sob as propriedades físicas do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com diferentes arranjos florestais sobre as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Amarelo. O estudo foi realizado na Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agrossilvipastoril, no município de Nova Canaã do Norte, MT. O presente trabalho foi desenvolvido sob um Latossolo Vermelho Amarelo cultivado a partir de janeiro de 2009 com cinco sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) nos seguintes arranjos florestais: Eucalipto em linha simples, linha dupla e linha tripla (Eucalipto I, II e III respectivamente). Foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada nas camadas 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m para avaliação da estabilidade de agregados. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativo, as variáveis foram separadas pelo teste "t". Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta não se diferenciaram quanto a estabilidade de agregados do solo.

Termos de indexação: diâmetro médio geométrico, ILPF, estrutura do solo.

INTRODUÇÃO

A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é um sistema de manejo em que se cultivam diferentes culturas, explorando economicamente a área durante o ano todo. Esse sistema é um avanço inovador ao sistema integração lavoura-pecuária, principalmente pela ênfase que há em se produzir de forma menos danosa, sempre buscando a sustentabilidade do sistema agrícola.

A estrutura do solo, embora não seja considerado um fator de crescimento para as plantas, exerce influência direta sobre movimentação de água, transferência de calor, aeração, densidade do solo e porosidade (Wohlenberg et al., 2004). O solo submetido a um manejo inadequado tende a perder a estrutura

original, pelo fracionamento dos agregados em unidades menores, com redução no volume de macroporos e aumento no volume de microporos (Maria et al., 2007). A estabilidade de agregados tem sido usada como um desses indicadores, por ser sensível às alterações, conforme ao manejo adotado (Roth et al., 1991). A resistência dos agregados é diretamente influenciada com o uso e manejo dos solos, podendo então ser utilizado para a avaliação de solos devido às respostas que estes apresentam quanto ao manejo adotado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física de um Latossolo Vermelho Amarelo por meio da estabilidade de agregados em água cultivado com sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no norte de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Unidade de Referência Tecnológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Agrossilvipastoril), localizada na fazenda Gamada, no município de Nova Canaã do Norte, MT.

Em janeiro de 2009 a área foi dessecada com herbicida glifosato (1,26 kg ha⁻¹ do i.a.) e então realizada abertura de sulcos para o plantio das espécies florestais, com espaçamento de 20 m entre os renques para implantação de atividades agrícolas e pecuária. As espécies florestais foram plantadas no sentido Leste-Oeste para permitir maior penetração de radiação solar nas entrelinhas.

Os tratamentos constaram de cinco sistemas integrados de produção, com diferentes arranjos e densidades de árvores, conforme Tabela 1. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura Argila.

A faixa de 20 m foi ocupada por lavoura nos anos iniciais: plantio de arroz em janeiro de 2009 seguido pelo plantio de *Brachiaria brizantha* apenas como cobertura do solo; soja 1ª safra e arroz 2ª safra nos anos agrícolas de 2009/2010 e; soja 1ª safra e milho 2ª safra nos anos agrícolas 2010/2011. A partir de março de 2011 a pastagem foi introduzida em meio à lavoura de milho, a qual foi pastejada a partir de

junho de 2011. A taxa de lotação média da área foi de 3,7 animais ha⁻¹, com ganho de 1,04 kg d⁻¹ animal⁻¹ nas fases de recria e terminação.

Com o intuito de avaliar a variabilidade das propriedades físicas do solo sob diferentes ambientes proporcionados pelo sistema ILPF, considerou-se cinco posições de amostragem dentro de cada tratamento. As posições de amostragem ficaram definidas no sentido transversal aos renques das espécies florestais sendo: a 10 m das árvores (P1), a 5 metros (P2), sob as árvores (P3), e novamente a 5 m (P4) e a 10 m (P5) (**Figura 1**).

Tabela 1. Descrição dos sistemas integrados de produção.

Sistema	Arranjo florestal
Eucalipto I	Eucalipto em linha simples: 2 m entre árvores e 20 m entre linhas (250 árvores ha ⁻¹).
Eucalipto II	Eucalipto em linha dupla: 3 m x 2 m entre árvores e 20 m entre linhas (434 árvores ha ⁻¹).
Eucalipto III	Eucalipto em linha tripla: 3 m x 3 m x 2 m entre árvores e 20 m entre linhas (577 árvores ha ⁻¹).
Teca	Teca em linha tripla: 3 m x 3 m x 2 m entre árvores e 20 m entre linhas (577 árvores ha ⁻¹).
Pau-Balsa	Pau-balsa em linha tripla: 3 m x 3 m x 2 m entre árvores e 20 m entre linhas (577 árvores ha ⁻¹).

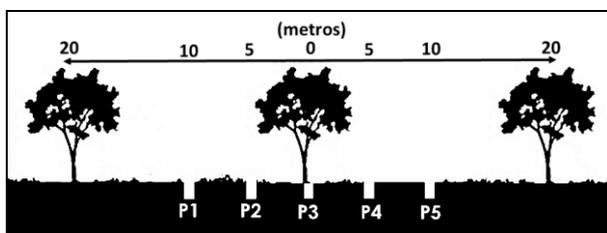


Figura 1. Pontos de amostragem nos sistemas integrados de produção.

Com auxílio de um enxadão foram coletadas amostras com estrutura preservada que foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório de solos para análise de agregação do solo.

No laboratório as amostras com estrutura natural foram espalhadas e destorroadas

suavemente sobre uma manta de papel e secas a sombra. As amostras de solo foram então peneiradas separando os agregados com tamanho entre 8 e 4 mm. Para o processo de tamisagem, em cada repetição, foram utilizados três amostras de 30 g (material úmido), duas para determinação da agregação e uma para determinação da umidade das amostras.

As amostras foram umedecidas por capilaridade sobre um papel filtro por cerca de 10 minutos e então transferidas cuidadosamente com auxílio de uma pipeta com água para a peneira superior do conjunto de peneiras de malhas correspondentes a 4,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,125 mm, para separação das classes de tamanhos dos agregados, conforme descrito por Yoder (1936).

As amostras foram pesadas, e os valores de diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG), calculados de acordo com o método proposto por Kemper & Rosenau (1986), da seguinte maneira:

$$DMP = \sum_{i=1}^n (x_i * w_i) \quad (1)$$

$$DMG = \exp\left[\sum_{i=1}^n (\ln x_i * w_i)\right] \quad (2)$$

em que: w_i é a proporção de cada classe em relação ao total; x_i é o diâmetro das classes (mm) e n o número de classes. Para separação entre as classes de agregados, determinaram-se as seguintes classes: agregados > 2,0 mm (D1); agregados entre 2,0-1,0 mm (D2); agregados entre 1,0-0,5 mm (D3); agregados entre 0,5-0,25 mm (D4); agregados entre 0,25-0,125 mm (D5) e agregados < 0,125 mm (D6).

Os dados coletados foram submetidos aos testes de Shapiro Wilk & Levene, ambos a 5 % de probabilidade, para verificação da normalidade dos resíduos e homocedasticidade das variâncias, respectivamente. Para análise estatística considerou-se um delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, em que o fator principal foram os sistemas integrados, e o fator secundário as distâncias de amostragem em relação as arvores, com três repetições. Quando o teste F foi significativo as variáveis foram comparadas pelo teste "t" à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não mostrou diferença significativa para o diâmetro médio geométrico (DMG) e o diâmetro médio ponderado (DMP) em relação aos diferentes sistemas nas camadas de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m (**Tabela 2**). Também não



apresentou diferença estatística de DMG e DMP em relação à posição das coletas de solo para ambas as profundidades. Não houve interação significativa entre sistemas de produção e posição de amostragem para as variáveis estudadas nas camadas de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m (**Tabela 2**).

Na camada de 0,00-0,10 m foram obtidas as maiores médias de agregados na P1, em relação à camada 0,10-0,20 m nos sistemas com Eucalipto I, II, III, Teca e Pau-balsa (**Tabela 2**). As médias de DMG e DMP obtidas nos sistemas de ILPF estão abaixo dos valores observados por Sousa Neto (2013) ao avaliar a altura de pastejo e densidade de árvores em diferentes sistemas integrados de produção. Entretanto, os valores de DMP estão acima daqueles encontrados por Santos et al. (2012).

Salton et al. (2008) analisaram que em sistemas de pastagem contínua, *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, apresentaram maior quantidade de agregados da classe de 4,76 mm, na camada de 0,10-0,20 m, indicando a influência do sistema radicular da pastagem permanente no processo de formação dos macroagregados, devido principalmente ao aporte de carbono ao solo. Somam-se a isso a liberação de exsudados radiculares e a formação, morte e decomposição de raízes finas, que conferem às gramíneas a qualidade de excelentes estruturadoras do solo (Martins, 2002).

Verifica-se que a estabilidade de agregados não se alterou entre os sistemas de produção em ambas as camadas, 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m. Isso evidencia o efeito do uso do Latossolo Vermelho Amarelo na sua agregação, indicando que há fatores diferentes envolvidos na estabilidade de agregados dos sistemas avaliados, não permitindo diferenciá-los com base na agregação. Segundo Bertol et al. (2004), elevados valores de diâmetro médio ponderado, por exemplo, nem sempre representa adequada distribuição de tamanho de poros em seu interior, implicando em qualidade estrutural variável.

Segundo Salton et al. (2008) uma maior estabilidade de agregados em água é atribuída a agentes cimentantes ligados a aspectos biológicos, como a atividade microbiana, liberação de exsudatos por raízes, entre outros. Segundo estes mesmos autores, macroagregados formados por processos físicos em operações agrícolas com maquinários e pisoteio de animais, podem não ser estáveis. Este efeito também foi verificado por Centurion et al. (2007), ao avaliar a estabilidade de agregados em Latossolos Vermelhos sob cultivo com cana-de-açúcar, atribuindo maiores valores de DMP a utilização anual de cultivador, causando

compressão das partículas do solo, sem entretanto, ocorrerem mecanismos que contribuem para a estabilização destes torrões. De acordo com Silva, Curi & Blancaneaux (2000) estes torrões não apresentam qualidade positivas de um agregado. Desta forma, a estabilidade de agregados pode ter sido influenciada por fatores como grau de compactação, pela elevada densidade do solo e alta resistência do solo à penetração, modificando a estrutura do solo e elevando assim os valores de DMP.

Ao avaliar os atributos físicos do solo deste mesmo experimento, Magalhães (2015) e Zucchi (2015) observaram elevados valores de grau de compactação e também para a resistência do solo à penetração, atribuindo ao Latossolo Vermelho Amarelo avançado estágio de compactação. Desta forma, os agregados podem estar compactados a tal ponto que não podem se fragmentar quando exposto a uma energia desagregante.

CONCLUSÕES

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta não apresentaram diferença para a estabilidade de agregados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e à Fundação AGRISUS pelo auxílio financeiro ao projeto. À Embrapa Agrossilvipastoril e à Fazenda Gamada pela seção da área experimental.

REFERÊNCIAS

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J. & ZOLDAN JUNIOR, W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:155-163, 2004.

CENTURION, J.F.; FREDDI, O.S.; ARATANI, R.G.; METZNER, A.F.M.; BEUTLER, A.N. & ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31:199-209, 2007.

KEMPER, W.D. & ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. Methods of soil analysis: Part 1 – Physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America, 1986. p.425-442.

MAGALHÃES, W.A. Qualidade física de um Latossolo sob sistemas integrados na Amazônia Mato-grossense. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação

- em Agronomia – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2015.
- MARIA, I.C.; KOCSSI, M.A. & DECHEN, S.C.F. Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto. *Bragantia*, 66:291-298, 2007.
- MARTINS, S.G. SILVA, M.L.N.; CURTI, N. & FERREIRA, M.M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes povoamentos florestais. *Cerne*, 8:32-41, 2002.
- ROTH, C.H.; CASTRO FILHO, C. & MEDEIROS, G.B. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um Latossolo roxo distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15:241-248, 1991.
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M. & BROCH, D. L. 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.
- SANTOS, D.S.; ARRUDA, E.M.; MORAES, E.R.; FRANCO, F.O.; ARAÚJO, J.R.; RESENDE, T.M.; BORGES, E.N. & RIBEIRO, B.T. Atributos físicos e matéria orgânica de áreas de Latossolo utilizadas para atividade pecuária no bioma cerrado. *Bioscience Journal*, 28:500-508, 2012.
- SILVA, M. L. N.; CURTI, N. & BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de um Latossolo Roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:2485-2492, 2000.
- SOUSA NETO, E. L. Dinâmica dos atributos físicos e estoque de carbono de um Latossolo em sistemas integrados de produção. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2013.
- YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of physical nature of soil erosion losses. *American Society Agronomy*, 28:337-351, 1936.
- WOHLENBERG, E.V.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:891-900, 2004.
- ZUCCHI, A. L. Propriedades físicas de um Latossolo sob sistemas integrados de produção. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2015.

Tabela 2. Valores de F calculados pela análise de variância para a porcentagem de agregados, diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) nos diferentes sistemas de produção (S) e posição de amostragem (P) de um Latossolo Vermelho Amarelo.

Causa de variação	Porcentagem de agregados ⁽¹⁾						DMG ----- mm -----	DMP
	D1	D2	D3	D4	D5	D6		
Camada 0,00-0,10 m								
Sistemas (S)	0,813 ^{ns}	0,343 ^{ns}	0,796 ^{ns}	0,925 ^{ns}	1,283 ^{ns}	1,951 ^{ns}	1,036 ^{ns}	0,914 ^{ns}
Posição (P)	0,636 ^{ns}	1,749 ^{ns}	0,812 ^{ns}	0,183 ^{ns}	0,310 ^{ns}	0,315 ^{ns}	0,547 ^{ns}	0,503 ^{ns}
S x P	0,613 ^{ns}	0,613 ^{ns}	0,752 ^{ns}	0,919 ^{ns}	0,674 ^{ns}	0,423 ^{ns}	0,645 ^{ns}	0,642 ^{ns}
CV 1 (%)	25,89	54,03	60,24	76,53	80,57	63,39	32,95	19,01
CV 2 (%)	16,09	40,87	45,76	45,84	42,62	44,31	21,13	11,56
Média Geral	70,67	8,17	5,34	7,45	5,91	2,46	3,61	4,65
Camada 0,10–0,20 m								
Sistemas (S)	0,171 ^{ns}	1,865 ^{ns}	2,814 ^{ns}	0,533 ^{ns}	0,264 ^{ns}	0,431 ^{ns}	0,070 ^{ns}	0,145 ^{ns}
Posição (P)	2,773 ^{ns}	5,537 ^{ns}	1,179 ^{ns}	1,259 ^{ns}	2,884 ^{ns}	2,512 ^{ns}	2,257 ^{ns}	2,457 ^{ns}
S x P	1,592 ^{ns}	1,810 ^{ns}	1,118 ^{ns}	1,461 ^{ns}	1,301 ^{ns}	1,583 ^{ns}	1,384 ^{ns}	1,537 ^{ns}
CV 1 (%)	27,66	24,67	23,68	41,96	60,21	68,90	35,52	20,50
CV 2 (%)	25,48	26,83	35,63	34,04	32,00	32,30	25,65	16,56
Média Geral	51,84	13,28	9,32	13,10	9,06	3,39	2,63	3,79

⁽¹⁾ D1: agregados entre 8 a 4 mm, D2: agregados entre 4 a 2 mm, D3: agregados entre 2 a 1 mm, D4: agregados entre 1 a 0,5 mm, D5: agregados entre 0,5 a 0,25 mm, D6: agregados entre 0,25 a 0,125 mm. CV1 (%): coeficiente de variação referente ao fator tratamento; CV 2 (%): coeficiente de variação referente ao fator Posição. ns = não significativo ao nível de 5 %.

