

# AValiação DA AGREGAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO CULTIVADO COM CAFEICULTURA SOB DOIS SISTEMAS DE MANEJO\*

## EVALUATION OF THE AGGREGATION OF A RED YELLOW LATOSOL (OXISOL) CULTIVATED WITH COFFEE CROP UNDER TWO SYSTEMS OF MANAGEMENT

*Ivoney GONTIJO<sup>1</sup>; Elias Nascentes BORGES<sup>2</sup>; Renato Ribeiro PASSOS<sup>3</sup>; Ednaldo Carvalho GUIMARÃES<sup>4</sup>; Ricardo Falqueto JORGE<sup>1</sup>*

**RESUMO:** A agregação do solo apresenta relação direta com a qualidade do mesmo e com a sustentabilidade do sistema agrícola. Este estudo teve como objetivo estudar a agregação do solo, em diferentes locais da lavoura cafeeira, sob dois sistemas de manejo de plantas espontâneas, bem como determinar o grau de dependência espacial desse atributo. Para tanto, em 2002 instalou-se um experimento na Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Patrocínio-MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa. O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivado é o Mundo Novo (376/19) com 15 anos de idade, plantado no espaçamento de 4,0 x 1,0 m. Foram instaladas duas malhas de 40 x 45 m, com 45 pontos georeferenciados em cada uma. Nestas malhas foram implantados os tratamentos de manejo das plantas espontâneas: controle com uso de uma grade niveladora de dupla ação e controle com herbicida de contato, aplicado na época de pleno desenvolvimento vegetativo. Os pontos de amostragens corresponderam às regiões do “meio da rua”, “linha de tráfego” e “projeção da saia do cafeeiro”, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Os resultados experimentais mostraram a região da “linha de tráfego” é o local de maior desagregação do solo, principalmente quando se utiliza a grade como instrumento de controle das plantas espontâneas. O tamanho da malha estudada não foi suficiente para detectar o alcance da dependência espacial dos agregados.

**UNITERMOS:** Agregados, Variabilidade espacial, Manejo, Plantas espontâneas.

### INTRODUÇÃO

A estabilidade de agregados é um fator de extrema importância em se tratando da conservação do solo, pois é um indicador dos processos envolvidos na sua degradação. A condição física de um solo pode se deteriorar como resultado de um elevado número de fatores, provocando perda de produtividade do solo, levando-o à degradação (SILVA et. al., 2000). Sob uso agrícola, a utilização intensiva da terra, com sistemas de cultivo inadequados, tem contribuído para degradação das características físicas, químicas e biológicas do solo, onde a destruição dos agregados naturais e das unidades estruturais, bem como a diminuição de sua estabilidade em

água, são ressaltadas como conseqüências da diminuição do conteúdo de matéria orgânica e da compactação pelo tráfego (SILVA; MIELNICZUK, 1997). De acordo com Tisdall e Oades (1982), a estabilidade dos macroagregados (>0,25 mm) depende sobretudo das raízes e hifas, sendo, portanto, influenciada pelo manejo do solo. Já a estabilidade dos microagregados (<0,25 mm) está ligada aos agentes ligantes orgânicos mais persistentes, independentemente do sistema de manejo utilizado.

O arranjo das partículas primárias em agregados revela as características de estrutura do solo e a distribuição do tamanho dos agregados indica o seu estado de estruturação. Portanto, a estabilidade dos agregados constitui um aspecto de grande importância prática.

\* Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor. Trabalho financiado junto ao CBP&D/Café – EMBRAPA

<sup>1</sup> Estudante do curso de pós-graduação do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

<sup>2</sup> Professor do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

<sup>3</sup> Professor da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre-ES.

<sup>4</sup> Professor da Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Received 26/08/03 Accept 14/09/04

Considerando os aspectos apresentados, este trabalho objetivou estudar a agregação do solo, em diferentes locais da lavoura cafeeira, sob dois sistemas de manejo de plantas espontâneas, bem como determinar o grau de dependência espacial desse atributo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2002, em uma área da Fazenda Experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) localizada em Patrocínio-MG, região do Alto Paranaíba, a uma latitude de 18°57'00"S, longitude de 47°00'00"W de Greenwich e uma altitude de 934 metros. A temperatura média anual varia entre 20 e 22° C e a precipitação pluviométrica média anual é de 1.372 mm, apresentando períodos de seca e de chuva bem definidos (BRASIL, 1992).

A área do experimento apresenta topografia leve ondulada e o solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa. O café (*Coffea arabica*) cultivado é o Mundo Novo (376/19) com 15 anos de idade, plantado no espaçamento de 4,0 x 1,0 m (uma planta por cova), em regime de sequeiro.

Foram selecionadas e demarcadas duas áreas com malhas de 45 x 55m, contendo cada malha amostral 45 pontos equidistantes de 5 x 8 m. Nestas malhas, foram implantados os tratamentos de manejo das plantas espontâneas: a) controle com uso de grade niveladora de dupla ação e b) controle com herbicida de contato, aplicado na época de pleno desenvolvimento vegetativo. Os pontos de amostragens corresponderam às regiões do “meio da rua”, “linha de tráfego” e “projeção da saia do cafeeiro”, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. A análise de agregados por via úmida foi realizada conforme metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1997). Para tal, utilizou-se um aparelho de oscilação vertical, proposto por Yoder (1936), constituído de dois jogos de peneiras de 13 cm de diâmetro com aberturas de malha de 2,0 mm, 1,0 mm, 0,5 mm e 0,25 mm, as quais foram sobrepostas nesta ordem para análise de agregados.

O procedimento metodológico consistiu na amostragem de solo na forma de torrões, com aproximadamente 1000 g, nas duas profundidades estudadas, em março de 2002. O material de solo foi seco e destorroado, passado em peneira de 4,0 mm e retido em peneira de 2,0 mm. Após a homogeneização, pesou-se 25 g da amostra de agregados em triplicata. Uma das amostras foi levada à estufa a 105°C por 24 horas, até

peso constante, para determinação da umidade. As outras duas amostras foram transferidas para a peneira superior (2 mm) do aparelho de peneiramento em água e agitadas durante 4 minutos, estando o aparelho de oscilação vertical graduado para uma amplitude de 4 cm e a uma frequência de 32 oscilações por minuto. Após este período, os suportes contendo os jogos de peneiras foram retirados, transferindo-se os agregados contidos, em cada peneira, para um recipiente de alumínio, com auxílio de jatos fracos de água dirigidos ao fundo da peneira. Na seqüência, o material foi levado à estufa a 105°C durante 24 horas para secagem, até peso constante, e posteriormente, determinou-se a massa de agregados em cada classe de tamanho; logo após, calculou-se o teor de agregados retido nas classes: 4,0-2,0; 2,0-1,0; 1,0-0,5 e 0,5-0,25 mm. A soma dos teores de agregados destas classes possibilitou a obtenção do teor de macroagregados (diâmetro > 0,25 mm), em porcentagem. O teor de microagregados, ou seja, dos agregados com diâmetro inferior a 0,25 mm (TA<sub>g<0,25</sub>), foi obtido pela expressão:

$$TA_{g<0,25} = 100 - \text{soma dos teores dos agregados das outras classes}$$

A partir dos dados dos teores dos agregados, calculou-se o diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados para os diferentes sistemas de manejo e locais de amostragens, utilizando-se a equação:

$$DMG \text{ (mm)} = \text{antilog} \left( \frac{\sum_{i=1}^K di \log Xi}{\sum_{i=1}^K di} \right)$$

em que:

di: teor de material retido em cada classe (%);  
Xi: ponto médio de cada classe (mm).

Este índice é, usualmente, utilizado para comparar o estado de agregação em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo e estimar a susceptibilidade desses solos à erosão (KEMPER; ROSENAU, 1986).

Os dados foram tratados, estatisticamente da seguinte forma: inicialmente, usou-se o teste de t de Student para comparar o efeito dos manejos utilizados nas propriedades físicas do solo nas regiões correspondentes ao “meio da rua”, “linha de tráfego” e “projeção da saia do cafeeiro” (COUTO; KLAMT, 1999). Posteriormente, aplicou-se o software GS<sup>+</sup> (Gamma Design Software) para proceder a análise geoestatística (CAMBARDELLA et al., 1994).

Embora a estatística convencional permita inferir sobre a variabilidade do solo, a mesma não distingue o número de amostras nem sua posição espacial. Por esta razão, fez-se uso da geoestatística, técnica que leva em consideração a dependência espacial entre as amostras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os valores referentes à distribuição dos agregados. Os resultados mostraram maiores valores de proporção dos agregados

na classe de 4,0-2,0 mm, independentemente do manejo e da profundidade. Na região da “linha de tráfego”, de um modo geral, ocorreu uma diminuição significativa dos agregados de maior tamanho (4,0-2,0 mm) e um aumento da proporção de agregados de diâmetro inferior, mais expressivo quando se utilizou grade no controle de plantas daninhas (Tabela 1). Este comportamento se deve à pressão exercida pela roda de todo maquinário utilizado na condução da lavoura cafeeira nesta região, promovendo quebra dos agregados maiores e incremento na proporção dos agregados de menor tamanho.

**Tabela 1.** Distribuição percentual de tamanho de agregados obtida por peneiragem por via úmida, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

Localização	Diâmetro dos Agregados (mm)				
	4,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	<0,25
%					
<b>Herbicida (Profundidade 0-20cm)</b>					
M	77,35 b	12,82 a	4,70 a	2,20 b	2,93 ab
L	71,98 b	13,72 a	6,85 a	3,70 a	3,75 a
S	85,45 a	8,55 b	2,36 b	1,34 c	2,31 b
<b>Grade (Profundidade 0-20 cm)</b>					
M	80,53 a	10,50 b	4,02 b	1,90 b	3,06 b
L	65,30 b	15,19 a	8,58 a	5,73 b	5,21 a
S	83,46 a	10,80 b	2,27 c	1,17 c	2,31 b
<b>Herbicida (Profundidade 20-40 cm)</b>					
M	82,86 a	10,89 a	2,73 a	1,42 a	2,10 a
L	83,51 a	9,31 a	3,00 a	1,46 a	2,72 a
S	83,69 a	10,04 a	2,65 a	1,39 a	2,23 a
<b>Grade (Profundidade 20-40 cm)</b>					
M	83,78 a	9,29 b	2,97 b	1,39 b	2,57 a
L	78,48 b	12,89 a	3,86 a	1,86 a	2,91 a
S	83,19 a	9,99 ab	2,97 b	1,43 b	2,54 a

Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, para cada manejo e profundidade, não diferem entre si pelo teste t-Student a 5%. M – meio da rua, L – linha de tráfego, S – projeção da saia do cafeeiro.

Obs.: Média de 15 repetições

Na Tabela 2, verifica-se que a maior parte dos agregados apresentou diâmetro superior a 0,25 mm (macroagregados). O manejo das plantas espontâneas não exerceu influência significativa sobre os agregados. Entretanto, a posição de amostragem afetou, significativamente a proporção de agregados na profundidade de 0-20 cm, com redução dos teores de macroagregados e, conseqüente, aumento dos teores dos

microagregados na região da “linha de tráfego”, para ambos os manejos. Este comportamento é corroborado com os menores valores de DMG dos agregados observados nesta região, comparativamente às regiões do “meio da rua” e da “saia do cafeeiro”, principalmente na camada mais superficial (0-20 cm) para o manejo com grade (Tabela 3). Esse fato se deve à grande perturbação ocasionada, nessa região, em virtude do tráfego de todos

os implementos utilizados na condução da lavoura. No manejo com herbicida este comportamento não ocorreu

de forma tão acentuada, devido à menor perturbação do solo proporcionado por esse tipo de manejo.

**Tabela 2.** Distribuição percentual dos macro (>0,25mm) e micro agregados (<0,25mm), nos dois manejos e duas profundidades pesquisadas.

Manejo	Profundidade 0-20 cm			Profundidade 20-40 cm		
	M	L	S	M	L	S
	<b>0-20 cm</b>			<b>20-40 cm</b>		
	<b>agregados &gt; 0,25 mm (%)</b>					
<b>Herbicida</b>	97,07 ab A	96,25 b A	97,69 a A	97,90 a A	97,28 a A	97,77 a A
<b>Grade</b>	96,94 a A	94,79 b A	97,69 a A	97,43 a A	97,09 a A	97,46 a A
<b>CV (%)</b>	<b>1,39</b>	<b>2,03</b>	<b>1,01</b>	<b>0,91</b>	<b>1,03</b>	<b>0,92</b>
	<b>agregados &lt; 0,25 mm (%)</b>					
<b>Herbicida</b>	2,93 ab A	3,75 a A	2,31 b A	2,10 a A	2,72 a A	2,23 a A
<b>Grade</b>	3,06 b A	5,21 a A	2,31 a A	2,57 a A	2,91 a A	2,54 a A
<b>CV (%)</b>	<b>49,46</b>	<b>43,27</b>	<b>42,93</b>	<b>39,38</b>	<b>36,18</b>	<b>37,82</b>

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de t "Student", a 5% de probabilidade. M – "meio da rua", L – "linha de tráfego", S – "projeção da saia do cafeeiro", CV - coeficiente de variação.

Semelhantemente à distribuição de macro e microagregados, não se observou diferença significativa entre os manejos das plantas espontâneas para os valores de DMG dos agregados, tanto para profundidades, quanto para os locais de amostragem avaliados (Tabela 3).

Na profundidade de 20-40 cm, por ser uma região de menor influência de agentes antrópicos e climáticos, não foram verificadas diferenças estatísticas significativa dos valores de DMG entre os locais de amostragem, bem como entre os manejos adotados (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores Médios De Diâmetro Médio Geométrico (Dmg) Dos Agregados, Em Mm, Para Os Diferentes Locais De Amostragem.

Manejo	Profundidade 0-20 cm			Profundidade 20-40 cm		
	M	L	S	M	L	S
<b>Herbicida</b>	1,81 a A	1,66 a A	1,90 a A	1,99 a A	1,80 a A	1,85 a A
<b>Grade</b>	1,89 a A	1,60 b A	1,99 a A	1,97 a A	1,87 a A	1,87 a A
<b>CV (%)</b>	<b>31,18</b>	<b>29,78</b>	<b>36,05</b>	<b>33,44</b>	<b>31,75</b>	<b>34,72</b>

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de t "Student", a 5% de probabilidade. M – "meio da rua", L – "linha de tráfego", S – "projeção da saia do cafeeiro", CV – coeficiente de variação.

Os modelos ajustados às semivariâncias experimentais do DMG encontram-se na Tabela 4 e nas Figuras 1 e 2.

Ao se analisar a variabilidade espacial para os valores médios de DMG dos agregados, observa-se o mesmo comportamento para os dois manejos adotados e também para as duas profundidades estudadas. O modelo

ajustado para este atributo, em todas as situações estudadas, foi o linear sem patamar (LSP), indicando dependência espacial dentro de toda a área experimental, sendo o tamanho da malha (40 x 45 m) insuficiente para detectar o alcance da dependência espacial. Esse comportamento indica o alto grau da variabilidade espacial entre as amostras, fato esse que já havia sido evidenciado

na estatística convencional por meio dos elevados valores do coeficiente de variação (C.V.) do DMG dos agregados

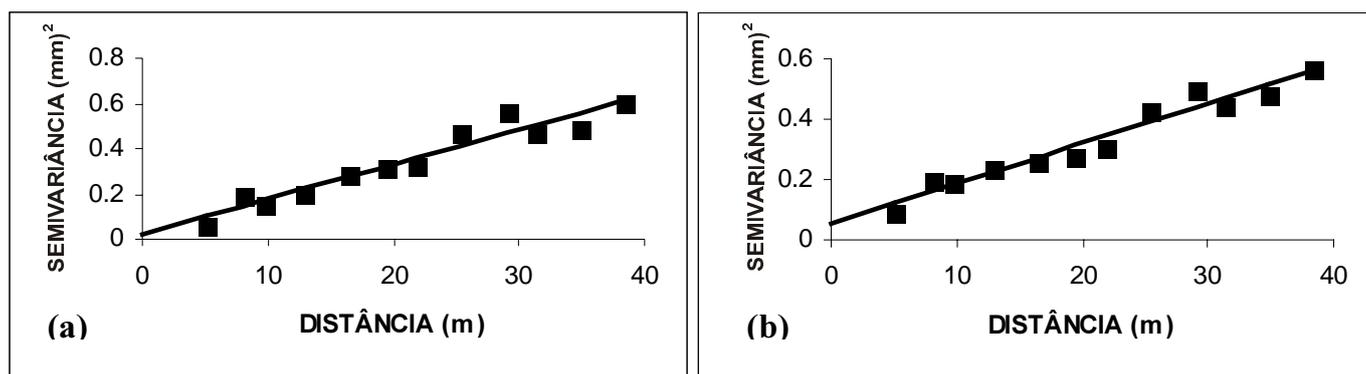
(Tabela 3), podendo indicar, também, a presença de tendência nos dados avaliados.

**Tabela 4.** Modelos de semivariogramas ajustados aos valores experimentais de diâmetro médio geométrico (dmg) dos agregados em diferentes manejos, profundidades.

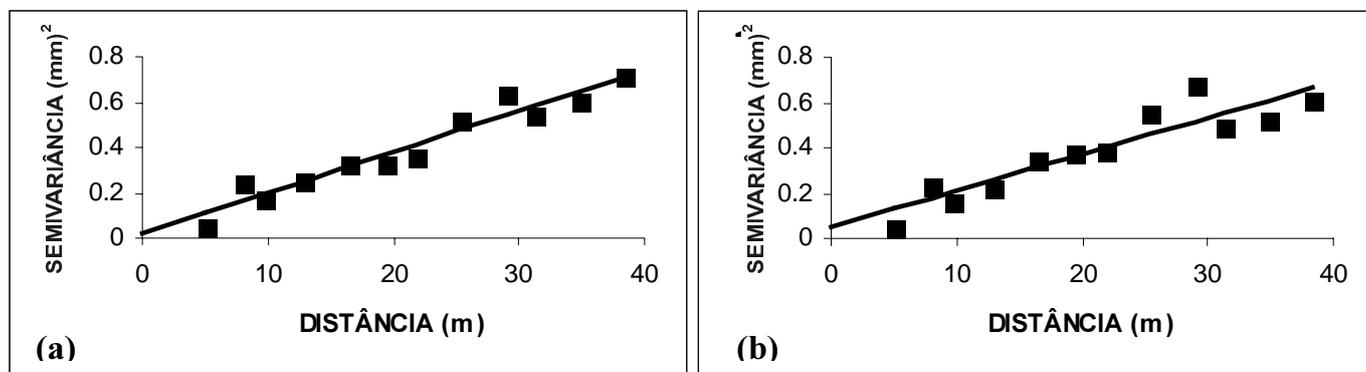
Manejo	Prof.	Modelo	C <sub>0</sub>	C	A	b
Herbicida	0-20 cm	LSP	0,02363	—	—	0,01538
	20-40 cm	LSP	0,01892	—	—	0,01813
Grade	0-20 cm	LSP	0,05527	—	—	0,01329
	20-40 cm	LSP	0,05527	—	—	0,01605

C<sub>0</sub> – efeito pepita ((mm)<sup>2</sup>); C<sub>0</sub>+C – patamar ((mm)<sup>2</sup>); a – alcance (m); b – coeficiente angular; LSP – linear sem patamar.

**Figura 1.** Semivariograma do DMG dos agregados, para o manejo das plantas espontâneas com uso de herbicida (a) e grade (b), na profundidade de 0-20 cm.



**Figura 2.** Semivariograma do DMG dos agregados, para o manejo das plantas espontâneas com uso de herbicida (a) e grade (b), na profundidade de 20-40 cm.



## CONCLUSÕES

1. A região da “linha de tráfego” é o local de maior desagregação do solo, principalmente quando se utiliza a grade como instrumento de controle das plantas espontâneas.

2. O tamanho da malha estudada não foi suficiente para detectar o alcance da dependência dos agregados.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa/Café, pelo o apoio financeiro prestado na realização deste trabalho.

---

**ABSTRACT:** The objective of this work was to study the aggregation of the soil, in different places of the coffee crop, under two systems of management of weeds, and to determine the spatial dependence of that attribute. For so much, an experiment was installed in EPAMIG, in Patrocínio-Minas Gerais (Brazil), the soil is a Red Yellow Latosol (Oxisol). The coffee plant (*Coffea arabica* L.) cultivated is “Mundo Novo” (376/19) with 15 years of age. Two square grids of 40 x 45 m were installed, with 45 georeferenced points in each one. In these square grid the treatments of management of the weeds were implanted: control using a levelling harrow and control using herbicide. They were studied three places of the coffee crop, in the depths of 0-20 and 20-40 cm. The results showed that the management of the weeds no significant difference for the aggregation of the soil. The place of the one that receives the action of the tractor is more critical place, mainly when the levelling harrow is used as instrument of control of the weeds. The size of the studied square grid wasn't enough to detect the spatial dependence of the aggregate.

**UNITERMS:** *Aggregates, Spatial variability, Management, Weeds.*

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas**. Brasília, 1992. 84 p.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

COUTO, E. G.; KLAMT, E. Variabilidade espacial de micronutrientes em solo sob pivô central no sul do estado de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2321-2339, dez. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soils analysis: part 1, Physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madson: ASA, SSSA, 1986. p. 425-442.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Suscetibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro e de um Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 239-249, 2000.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 113-117, 1997.

TISDALL, J. M., OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, London, v.33, n.2, p.141-163, 1982.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion. **American Society of Agronomy Journal**, Madison, v. 28, p. 337-351, 1936.