



## Estabilidade de agregados de solos da região de Lavras – MG por peneiramento úmido com e sem pré-umedecimento.

**Anita Fernanda dos Santos Teixeira<sup>(1)</sup>; Douglas Siqueira Freitas<sup>(2)</sup>; Bruna Wurr Rodak<sup>(2)</sup>; André Leite Silva<sup>(3)</sup>; Soraya Marx Bamberg<sup>(2)</sup>; Moacir de Souza Dias Junior<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante de doutorado; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG, bolsista FAPEMIG; anitateixeira@posgrad.ufla.br; <sup>(2)</sup> Estudante de doutorado, UFLA; Bolsista CAPES; doug20106@gmail.com; brunawurrrodak@hotmail.com; sorayabamberg@gmail.com; <sup>(3)</sup> Estudante de mestrado; UFLA; Bolsista CNPq; andreleitefranca@hotmail.com; <sup>(4)</sup> Professor Titular; UFLA; msouzadj@dcs.ufla.br.

**RESUMO:** O método do peneiramento úmido tem sido utilizado para determinação da estabilidade de agregados, entretanto, a padronização da umidade inicial dos agregados pela prática ou não do pré-umedecimento pode afetar os resultados dessa análise. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as diferenças entre classes de solo em dois horizontes, e entre os métodos de determinação da estabilidade de agregados por peneiramento úmido, com e sem pré-umedecimento. As amostras foram coletadas em áreas da Universidade Federal de Lavras em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (PVAd), Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd), Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) e Nitossolo Vermelho Distroférico típico (NVdf). A estabilidade de agregados foi obtida por peneiramento úmido e foram determinados porcentagem de agregados estáveis (PAE) e diâmetro médio geométrico (DMG). Os valores de PAE com pré-umedecimento apresentaram menor amplitude e mostraram que o pré-umedecimento tem efeito sobre a estabilidade dos agregados, aumentando-a. Valores médios de DMG sem pré-umedecimento foram menores que aqueles obtidos quando o pré-umedecimento foi adotado. A umidade inicial do solo influencia os resultados da estabilidade de agregados e o DMG mostrou-se mais sensível que a PAE para verificar variações em relação a características do solo. Quando há pré-umedecimento o índice Ki influencia nos resultados.

**Termos de indexação:** Diâmetro médio geométrico, agregados estáveis, Ki.

### INTRODUÇÃO

Diferentes classes de solo podem variar em suas características físicas (tamanho e arranjo das partículas) que são fundamentais para descrição dessas classes com exatidão. As classes de solo podem variar em suas características físicas e o arranjo das partículas primárias em unidades estruturais maiores é denominado estrutura do solo, sendo uma das principais formas de se avaliar o comportamento físico desse, por variar com condições ambientais, fornecendo informações

como sobre suscetibilidade à erosão (Ferreira, 2010).

A avaliação da estabilidade de agregados parte da premissa de que as características da agregação que resistem à ação da água se relacionam com a estabilidade do solo (Canasveras et al., 2010). Assim, o método do peneiramento úmido tem sido utilizado para medir a estabilidade de agregados (Sá et al., 2000) e, diferenças na padronização do conteúdo de água podem afetar os resultados finais desta análise.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar estabilidade de agregados por peneiramento úmido, com e sem pré-umedecimento, entre classes de solo em dois horizontes.

### MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em áreas da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (21° 13' 40" de latitude sul e 44° 57' 50" de longitude oeste) em Lavras - Minas Gerais (MG). O clima do município, de acordo com a classificação de Köppen é temperado úmido (Cwa), com precipitação pluvial média anual normal de 1.530 mm e temperatura média anual de 19,4°C (Brasil, 1992).

As amostras de solo foram coletadas nos horizontes A e B em quatro classes de solo, segundo Embrapa Solos (2013) sendo essas: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (PVAd), Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd) e Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) sob Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 2012) e Nitossolo Vermelho Distroférico típico (NVdf) Pastagem com *Urochloa decumbens* sem manejo. Após a coleta, foi realizada a caracterização química (**Tabelas 1 e 2**) e física das amostras nos Laboratórios de Fertilidade e Física do Solo da UFLA, respectivamente.

A estabilidade de agregados foi obtida pelo método do peneiramento úmido (Klute, 1986), com e sem pré-umedecimento. Para pré-umedecimento dos torrões secos ao ar, esses foram colocados em bandeja com areia úmida, sobre papel filtro até que todos os agregados se apresentassem úmidos. Foram calculados a porcentagem de agregados



estáveis (PAE) e, com as porcentagens dos agregados retidos em cada peneira e o diâmetro médio das faixas de tamanhos dos agregados, em milímetros, determinou-se o diâmetro médio geométrico (DMG).

**Tabela 1** – Caracterização química dos solos avaliados.

Solo	H	pH	K	Ca	Mg	Al	H + Al	MO	Pr
		H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	dag kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>
PVAd	A	5,3	52	1,3	0,6	0,3	3,62	2,6	23,6
	B	5,6	6	0,3	0,3	0,1	2,32	0,5	3,4
CXbd	A	5,3	82	2,0	0,5	0,2	4,04	3,0	31,1
	B	4,9	24	0,7	0,1	0,9	3,62	1,8	24,7
LVdf	A	5,6	62	2,5	1,8	0,1	3,62	3,8	11,7
	B	5,8	4	0,1	0,2	0	1,66	1,1	1,5
NVdf	A	5,9	36	1,7	0,8	0,2	2,08	2,7	21,5
	B	5,4	8	1,5	0,2	0,1	3,62	0,5	3,3

H – horizonte; PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; CXbd - Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico; LVdf - Latossolo Vermelho Distrófico típico; NVdf - Nitossolo Vermelho Distrófico típico; Ca, Mg e Al - KCl 1 mol/L; Pr - fósforo remanescente; K - Mehlich-1; H + Al - SMP; MO – Matéria orgânica - Oxidação: Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x2x2, sendo os fatores quatro classes de solo, dois horizontes (A e B) e com e sem pré-umedecimento, totalizando dezesseis tratamentos com três repetições.

**Tabela 2** – Índices Ki e Kr obtidos pelo ataque sulfúrico nas classes de solo e teores médios de areia, silte e argila nos horizontes.

Solo	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			Ki	Kr
	g kg <sup>-1</sup>				
PVAd	18,97	22,57	5,70	0,84	0,67
CXbd	22,30	23,90	3,30	0,93	0,82
LVdf	12,25	29,65	30,34	0,41	0,20
NVdf	22,70	25,20	20,50	0,90	0,50

Solo	Areia		Silte		Argila	
	A <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	A	B	A	B
PVAd	54	27	8	7	38	65
CXbd	58	54	11	15	31	32
LVdf	23	18	13	16	64	67
NVdf	42	31	8	6	49	63

<sup>1</sup>Horizonte A; <sup>2</sup>Horizonte B; PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; CXbd - Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico; LVdf - Latossolo Vermelho Distrófico típico; NVdf - Nitossolo Vermelho Distrófico típico; Ki - SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Kr - SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Areia, Silte, Argila - %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de PAE obtidos peneiramento úmido variaram de 93,14% a 99,01% na ausência do pré-umedecimento e, quando o pré-umedecimento foi efetuado, os valores variaram de 96,91% a 99,87%

apresentando menor amplitude, (**Figura 1**). As classes de solo avaliadas diferiram significativamente entre os horizontes apenas para PVAd e NVd, com médias mais elevadas para a primeira classe. Acredita-se que maiores valores de PAE no horizonte A se devam aos teores de MO superficiais proporcionarem certo grau de tamponamento na estabilidade dos agregados nestas classes. Para as classes CXbd e LVdf observou-se uma distribuição homogênea das frações areia e argila entre os horizontes, não sendo verificada, diferença na estabilidade dos agregados.

No horizonte B houve diferença entre a aplicação ou não do pré-umedecimento e a menor média foi observada para o horizonte B na ausência desse tratamento. A semelhança no horizonte A entre os métodos justifica-se pela presença de MO tal qual já relatado. Segundo Barthès & Roose (2002), a diferença encontrada para o horizonte B nesse trabalho pode ser ocasionada pelo fato de no solo com baixos valores de umidade, o umedecimento brusco proporcionar um alto impacto sobre os agregados, desestruturando-os. Em contrapartida, solos mais úmidos sofrem menos este efeito. Esse fato justifica ainda a ocorrência de valores superiores de PAE no horizonte A, para PVAd e LVdf, médio para NVd e inferior para CXbd, enquanto no horizonte B, a única classe a apresentar médias inferiores foi a NVdf.

Comparando os resultados obtidos para as classes entre as metodologias, independentemente dos horizontes, quando o pré-umedecimento não foi realizado, observou-se correlações significativas e positivas de MO, argila dispersa em água (ADA) e Mg com os valores de PAE (**Tabela 3**). Esses resultados são similares aos obtidos Canasveras et al. (2010), apresentando relação direta com a estabilidade de agregados. Quando não houve pré-umedecimento não foram verificadas tais correlações, mostrando que com a realização deste procedimento, a água exerce maior efeito sobre a estabilidade do que as demais propriedades do solo estudadas. Com pré-umedecimento foi verificada correlação negativa com Ki, evidenciando, como relatado por Ahmadi et al. (2011), que este índice responde com maior sensibilidade às mudanças na estabilidade do solo, principalmente em relação à erosão hídrica (**Tabela 3**).

Os valores médios de DMG, sem pré-umedecimento para o horizonte A na classe NVd e para o horizonte B em todas as classes de solo, foram menores que os obtidos com pré-umedecimento (**Figura 2**). Esta diferença segue a mesma tendência de resposta a teores de MO superficiais, exceto para o NVd e de umedecimento brusco proporcionar maior impacto sobre os agregados, levando à desestruturação dos mesmos.



**Tabela 3** – Correlação entre porcentagem de agregados (PAE) e diâmetro médio geométrico (DMG) com características das classes de solo.

	Sem pré-tratamento		Com pré-tratamento	
	PAE	DMG	PAE	DMG
Areia	0,05 <sup>ns</sup>	0,43**	-0,27 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>
Argila	-0,08 <sup>ns</sup>	-0,43**	0,18 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
Silte	0,10 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
ADA	0,55*	0,78*	0,17 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
MO	0,51**	0,83**	0,08 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
Ki	-0,37 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,53**	-0,49*
Kr	-0,26 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,33 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>
pH	0,29 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
Ca	0,16 <sup>ns</sup>	0,49*	-0,34 <sup>ns</sup>	-0,04
Mg	0,53*	0,69**	0,23 <sup>ns</sup>	0,44*
Al	-0,15 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>
K	0,33 <sup>ns</sup>	0,75**	-0,16 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>

ADA - argila dispersa em água; MO - matéria orgânica; Ki -  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ; Kr -  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ; \* significativo ao nível de  $p < 0,01$ ; \*\* significativo ao nível de  $p < 0,05$  pelo coeficiente de correlação linear de Pearson.

Foram notadas correlações similares e positivas do DMG com areia, ADA, MO e teores de Ca, Mg e K e portanto, quanto maior a presença de agentes cimentantes, mais estáveis foram os agregados, resultando em maior DMG. Com pré-umedecimento, ocorreu correlação direta aos teores de Mg e inversa ao de Ki, mostrando novamente que este índice responde a mudanças na estabilidade do solo.

Dentro das classes de solo e horizontes, os tratamentos sem pré-umedecimento apresentaram valores médios de DMG no horizonte A superiores em PVAd e LVdf, e menores em CXbd e NVdf. O horizonte A apresentou médias maiores que o horizonte B, sendo que neste horizonte todos os solos diferiram entre si, com maiores valores no PVAd e menor em NVdf. Com pré-tratamento, para ambos os horizontes, o comportamento foi similar ao verificado com a realização do pré-umedecimento.

## CONCLUSÕES

A umidade inicial do solo, pela realização ou não do pré-umedecimento, influencia os resultados finais da estabilidade de agregados por peneiramento úmido.

Para os índices de estabilidade de agregados, o DMG mostrou-se mais sensível que a PAE para verificação da estabilidade de agregados nos solos estudados.

Há correlação dos valores de PAE, no tratamento sem pré-umedecimento, com teores de MO, ADA e Mg, enquanto com o pré-umedecimento, apenas com índice Ki.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Ciência do Solo da UFLA, e às agências Capes, Fapemig e CNPq por auxílios financeiros e concessão de bolsas.

## REFERÊNCIAS

AHMADI, A.; NEYSHABOURI, M. R.; ROUHIPOUR, H. et al. Fractal dimension of soil aggregates as an index of soil erodibility. *Journal of Hydrology*, 400:305-311, 2011.

BARTHÈS, B. & ROOSE, E. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. *Catena*, 47:133-149, 2002.

CANASVERAS, J. C.; BARRON, V.; DEL CAMPILLO, M. C. et al.. A. Estimation of aggregate stability indices in Mediterranean soils by diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma*, 158:78-84, 2010.

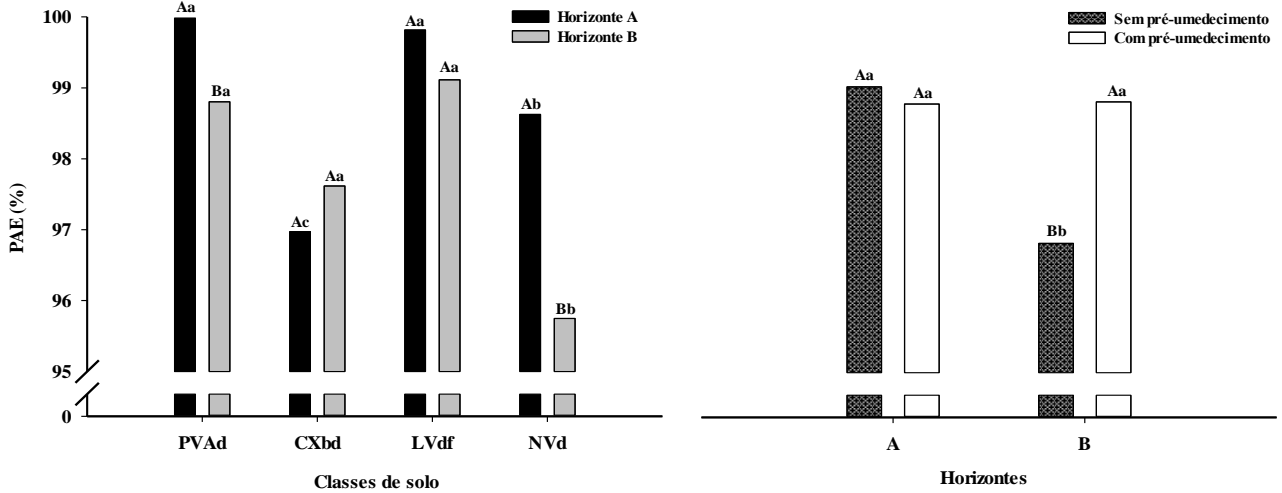
EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA SOLOS, 2013. 353p.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. J. van (ed.). Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27

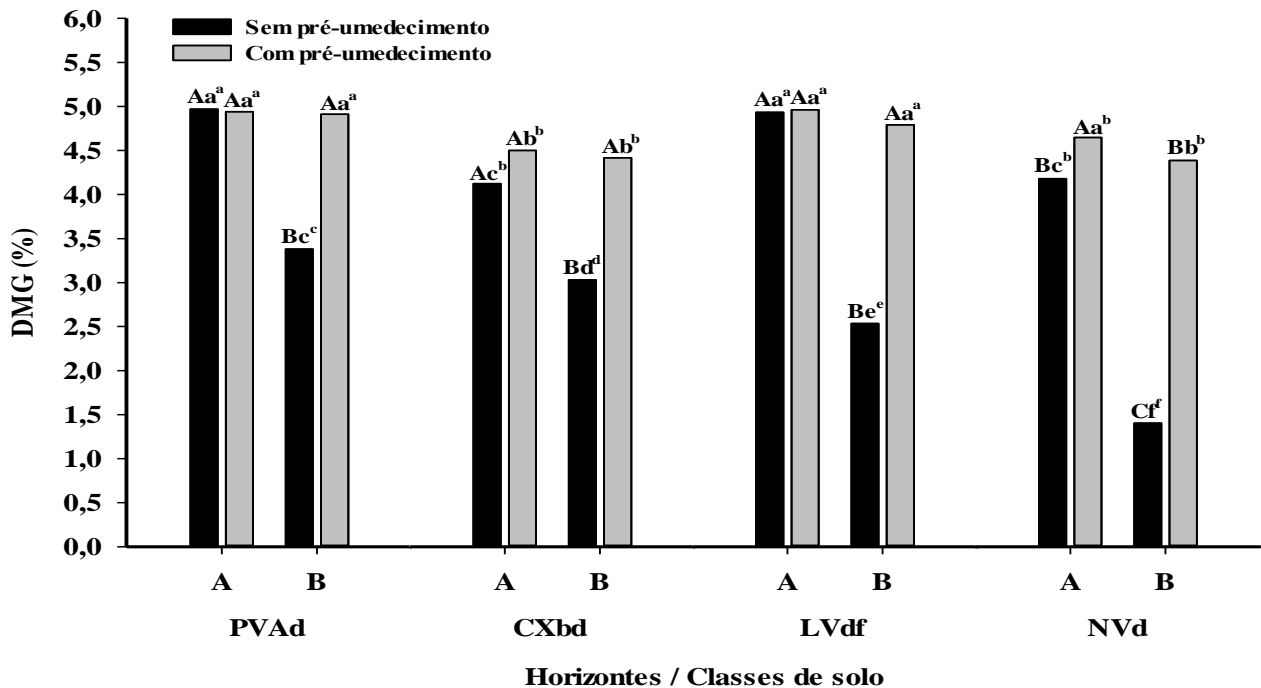
IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, IBGE, 2012. 271p.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of Soil Analysis. I. Physical and mineralogical methods*. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p. 635-662

SÁ, M. A. C.; LIMA, J. M.; SILVA, M. L. N.; et al. Comparação entre métodos para o estudo da estabilidade de agregados em solos. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2000. p.1825-1834.



**Figura 1** – Porcentagem de agregados estáveis (PAE) com e sem pré-umedecimento em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (PVAd), Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (CXbd), Latossolo Vermelho Distroférrico típico (LVdf) e Nitossolo Vermelho Distroférrico típico (NVd), nos horizontes A e B. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott  $p < 0,05$ ). Figura à esquerda - letras maiúsculas comparam média dos horizontes nas classes de solo e letras minúsculas comparam classes de solo nos horizontes. Figura à direita - letras maiúsculas comparam métodos nos horizontes e letras minúsculas comparam horizontes nos métodos. C.V. = 1,16%.



**Figura 2** – Diâmetro médio geométrico (DMG) com e sem pré-umedecimento por peneiramento úmido em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (PVAd), Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (CXbd), Latossolo Vermelho Distroférrico típico (LVdf) e Nitossolo Vermelho Distrófico típico (NVd) nos horizontes A e B. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott  $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam valores médios dos horizontes e métodos nas classes de solo, letras minúsculas comparam as classes de solo e métodos nos horizontes e letras sobrescritas comparam classes de solo e horizontes nos métodos. C.V. = 5,01%.