

TEMPO DE ARMAZENAMENTO DE SOLOS E ESTABILIDADE DE AGREGADOS NO OESTE DA BAHIA, BRASIL

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL SUELO Y ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS EN OESTE DE LA BAHIA, BRASIL

TIME STORAGE OF SOIL AND STABILITY AGGREGATES IN WESTERN BAHIA, BRAZIL

Heliab Bomfim Nuenes¹; Joaquim Pedro Soares Neto²; Eiyti Kato³; Marcos Aurelio Carolino de Sá⁴; Vandeyse Abades Rosa⁵; Aline dos Santos de Carvalho.⁶

1. Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira (UNIFAAHF)
2. Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Laboratório de Física do Solo (LAFIS)
3. Universidade de Brasília (UnB)
4. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
5. Oeste Pecuária
6. Universidade Federal de Goiás (UFG) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia

PALAVAS-CHAVE:

Agregação. Conservação do solo. Erosão. Matéria orgânica.

PALABRAS CLAVE:

Agregación. Conservación del suelo. Erosión. Materia orgánica.

KEY WORDS:

Aggregation. Soil conservation. Erosion. Organic matter.

RESUMO

A estabilidade dos agregados do solo é um indicador sensível de seu estado de conservação. Os agregados são formados pela união de partículas primárias do solo que continuam unidas pela ação de agentes cimentantes. A determinação da estabilidade dos agregados muitas vezes pode ser demorada entre a coleta da amostra e a análise, logo, a agregação poderia ser modificada com o tempo de armazenamento. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho, avaliar a influência do tempo de armazenamento da amostra sobre a estabilidade dos agregados do solo. O experimento foi realizado no laboratório de Física dos Solos da Universidade do Estado da Bahia, Barreiras-BA. Para tanto foram amostradas cinco classes de solo, Argissolo Vermelho Amarelo, Cambissolo Háplico, Gleissolo Háplico, Latossolo Vermelho Amarelo e Neossolo Quartzarênico. Os solos foram armazenados durante oito meses, sendo analisados a cada dois meses. O método para determinação da estabilidade dos agregados foi o peneiramento em água no aparelho de Yoder. Concluiu-se que o tempo de armazenamento da amostra não influenciou na agregação do solo.

RESUMEN

La estabilidad de los agregados del suelo es un indicador sensible de su estado de conservación. Los agregados se forman por la unión de partículas primarias del suelo que quedan unidas por la acción de los cementantes. Determinar la estabilidad de los agregados a menudo puede llevar mucho tiempo entre la recolección de muestras y el análisis, por lo que la agregación podría cambiar con el tiempo de almacenamiento. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento de la muestra en la estabilidad de los agregados del suelo. El experimento fue realizado en el laboratorio de Física de Suelos de la Universidad del Estado de Bahía, Barreiras-BA. Para ello, se muestrearon cinco clases de suelo, Argisol Rojo Amarillo, Cambisol Háptico, Gleissolo Háptico, Latosol Amarillo Rojo y Neosol Cuarzoarenico. Los suelos se almacenaron durante ocho meses, siendo analizados cada dos meses. El método para determinar la estabilidad de los agregados fue el tamizado en agua en el aparato Yoder. Se concluyó que el tiempo de almacenamiento de la muestra no influyó en la agregación del suelo.

ABSTRACT

The stability of soil aggregates is a sensitive indicator of their conservation status. The aggregates are formed by the union of primary particles of soil that remain united by the action of cementing agents. Determination of the stability of aggregates can often be delayed between sample collection and analysis, so aggregation could be modified with storage time. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of sample storage time on the stability of soil aggregates. The experiment was carried out in the Laboratory of Soil Physics of State University of Bahia, Barreiras-BA. For this, five soil classes were sampled: Ultisols, Inceptisols, Entisols, Oxisols and Entisols (Quartzipsamments). The soils were stored for eight months and analyzed every two months. The method for determining the stability of aggregates was water sifting in the Yoder apparatus. It was concluded that storage time of sample not influence the aggregation of soil.

1 INTRODUÇÃO

A agregação do solo é uma das principais características físicas para se determinar o seu estado de conservação (XIAN-QING et al., 2013; CHAPLOT e COOPER, 2015; JIANG et al., 2017). Esses agregados são formados a partir da união de partículas primárias do solo e por agentes cimentantes, de origem mineral ou orgânica, permitindo sua união (YAN et al., 2015; VOLIKOV et al., 2016; WANG et al., 2016; WU et al., 2016).

Muitas são as teorias que tentam explicar a formação dos agregados do solo. Em detalhada revisão, BAUMGÄRTNER et al. (2021), relatam que os principais fatores de agregação e estabilização dos agregados foram identificados ainda no início dos anos 1900, sendo identificados, a fauna do solo, microrganismos, raízes, agentes de ligação inorgânicos e variáveis ambientais.

A estabilidade dos agregados é um indicador sensível de diversas características físicas, químicas e biológicas do solo (BRONICK; LAL, 2005). Ela está diretamente relacionada com a

aeração do solo (BRONICK; LAL, 2005), fator fundamental na difusão dos gases produzidos pelas raízes das plantas, atividade microbiológicas e reações químicas. O estado de agregação é determinante na resistência do solo à penetração das raízes e expansão do sistema radicular (BRONICK; LAL, 2005). O balanço de carbono depende da distribuição dos agregados no solo, visto que, esse ao ligar-se em sítios formando microagregados e com isso protegendo a matéria orgânica, sua decomposição por microrganismos torna-se mais difícil (CONG et al., 2017).

Diversos fatores podem modificar a estabilidade dos agregados. Nos ecossistemas agrícolas o tipo de cultura e o manejo do solo são os fatores mais importantes na conservação do estado de agregação do solo (ZHANG et al., 2017). Culturas perenes proporcionam maior agregação quando comparadas com culturas anuais (CHRENKOVÁ et al., 2014). Manejos que visem o revolvimento mínimo do solo também proporcionam maior agregação quando comparado com manejos que requerem revolvimento a cada ciclo da cultura (GARCIA-FRANCO et al., 2015). O manejo do solo e a cobertura vegetal tem maior impacto sobre os macroagregados, sendo esses reduzidos em manejos que revolvam o solo e culturas que proporcionam pouca cobertura e pouca fixação de carbono (XIAN-QING et al., 2013).

As práticas como correção do solo e adubação também impactam os agregados de diversas formas. Normalmente práticas que melhoram a fertilidade e com acréscimo de matéria orgânica contribuem com a agregação, principalmente com a formação de macroagregados, responsáveis pela proteção da matéria orgânica mais lábil do solo (BRONICK & LAL, 2005; CONG et al., 2017).

Diante da importância da estabilidade dos agregados para a sustentabilidade da produção de alimentos nos ecossistemas agrícolas, torna-se necessário um adequado monitoramento dessa variável. Em trabalhos de pesquisa sobre a agregação do solo com um número elevado de unidades experimentais, é comum que as amostras fiquem armazenadas durante um período de tempo relativamente longo até serem analisadas. Para fatores que contribuem com a agregação, como a proteína glomalina há relatos que a forma de armazenamento interfere no resultado meses após as análises (SOUZA et al., 2011). Logo levanta-se a hipótese de modificações na agregação do solo em função do tempo de armazenamento das amostras, visto que alguns fatores de agregação podem ser alterados com o passar do tempo. Sendo assim, objetivou-se avaliar a influência do tempo de armazenamento das amostras sobre a estabilidade dos agregados em cinco classes de solo sob diferentes manejos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 localização e condução do experimento

O experimento foi realizado no laboratório de Física dos Solos da Universidade do Estado da Bahia, Barreiras-BA. Para tanto foram amostradas cinco classes de solo sob diferentes manejos. Os solos estudados e suas respectivas localização, foram as seguintes: Argissolo Vermelho Amarelo (12°04'45,5" S e 46°08'06" W) cultivado com feijão (*Vigna unguiculata* L.) e milho (*Zea mays* L.) em consorcio há cinco anos, Cambissolo Háplico (12°08'65,5" S e 44°57'82,7" W) cultivado com pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) há 8 anos, Gleissolo Háplico (12 ° 27' 43,4" S e 45 ° 27' 49,2 W) sob formação florestal de Vereda conservada, Latossolo Vermelho Amarelo (12°16'41" S e 44°33'40," W) cultivado com pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) há cinco anos e Neossolo Quartzarênico (12°10'97,5" S e 45°25'4,13" W) cultivado com algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Os solos foram amostrados na camada de 0-10 cm, pois é a zona de maior atividade, logo é onde há maiores probabilidades de ocorrerem modificações com o tempo de armazenamento. As características físicas e químicas dos solos estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado das análises químicas e física na camada 0-10 cm dos solos estudados (PVA- Argissolo Vermelho Amarelo; CX- Cambissolo Háplico; GX- Gleissolo Háplico; LVA- Latossolo Vermelho Amarelo e RQ- Neossolos Quartzarênico).

Análise química		PVA	CX	GX	LVA	RQ
pH (H ₂ O)	-	6,4	7,00	4,30	4,64	5,60
Ca ²⁺ + Mg ²⁺	cmol _c /dm ³	5,79	5,13	0,30	0,99	1,95
Ca ²⁺	cmol _c /dm ³	3,55	3,84	0,17	0,79	1,39
Al ³⁺	cmol _c /dm ³	0,00	0,00	2,10	1,10	0,00
Al ³⁺ + H ⁺	cmol _c /dm ³	2,25	1,29	11,65	14,34	4,30
K ⁺	mg/dm ³	166,45	208,57	49,03	3,88	85,29
P (Mehlich)	mg/dm ³	4,33	7,06	1,49	12,68	44,10
C	(%)	1,17	1,35	3,38	1,03	0,71
MO	(%)	2,02	2,32	5,82	1,80	1,20
Textura						
Areia	(g.kg ⁻¹)	684,7	729,9	576,3	765,0	815,9
Silte	(g.kg ⁻¹)	127,0	114,1	170,1	90,0	139,2
Argila	(g.kg ⁻¹)	188,3	156,0	253,6	145,0	44,9

Em que: pH= Potencial hidrogeniônico; Ca²⁺= Cálcio; Mg²⁺= Magnésio; Al³⁺= Alumínio; Al³⁺ + H⁺= Acidez potencial; K⁺= Potássio; P= Fósforo; C= Carbono; MO= Matéria orgânica.

Em cada área foram amostrados quatro pontos, e em cada ponto cinco replicatas de amostras indeformadas de 500 cm³, utilizando-se cilindros metálicos. Esses foram envoltos em filme plástico e acondicionados em latas lacradas para serem enviados ao laboratório. No laboratório, os solos foram retirados dos cilindros e destorroados utilizando um quarteado para obtenção da subamostras, respeitando-se os pontos de fragilidade e descartando-se fragmentos de raízes e superfícies espelhadas. Quatro replicatas de cada área foram acondicionadas em sacos de plástico para serem armazenadas e uma foi analisada imediatamente. As amostras foram analisadas a cada dois meses durante oito meses, totalizando cinco tempos de armazenamento (Tempo zero, 2 meses, 4 meses, 6 meses e 8 meses). Para análise a amostra foi retirada do saco plástico e deixada para secar ao ar sobre bancada por 48 h. Após seca ao ar essa foi passada em peneira de 10 e 8 mm respectivamente, sendo utilizados os agregados que passaram na peneira de 10 mm e ficaram retidos na peneira de 8 mm. Dessa classe de agregados foi separada uma amostra de 50 g para ser tamizada em água e uma amostra de 20 g para determinação da umidade atual do solo no momento da análise.

A determinação do índice de estabilidade de agregados (IEA) foi realizada com 50 g de agregados de solo transferidos para um conjunto de peneiras no aparelho de Yoder e saturadas por atomização durante 10 minutos com água deionizada. Após a saturação, as amostras sobre a peneira de 2 mm sobreposta às peneiras de 1 mm; 0,5 mm; 0,250 mm e 0,106 mm foram submersas em lâmina de água de 3 cm de altura e submetidas a 30 ciclos de oscilação por minuto, durante 15 minutos, com curso de 3 cm. Transcorrido os 15 minutos o solo retido em cada peneira foi transferido para cápsula de alumínio com auxílio de um jato de água desferido com uma pisseta. Essas foram levadas a estufa de circulação de ar a 105 °C por 24 h para posterior pesagem visando a determinação da massa seca de cada classe de agregados.

2.2 variáveis analisadas, delineamento experimental e análise estatística

As variáveis analisadas foram o percentual das classes de agregados > 2 mm (IEA 2mm); 2-1 mm, 1-0,5 mm; 0,5-0,250 mm; 0,250-0,106 mm e menores que 0,106 mm. Também foram avaliados o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG), ambos expressos em mm, de acordo as equações descritas em KEMPER E ROSENAU (1986):

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

Em que: x_i = diâmetro médio das classes de agregados; w_i = proporção de cada classe em relação ao total.

$$DMG = (\exp \sum_{i=1}^n (w_i \cdot \log x_i)) / (\sum_{i=1}^n w_i)$$

Em que: w_p = peso dos agregados de cada classe em gramas; x_i = diâmetro médio das classes de agregados em gramas; w_i = proporção de cada classe de agregados em relação ao total.

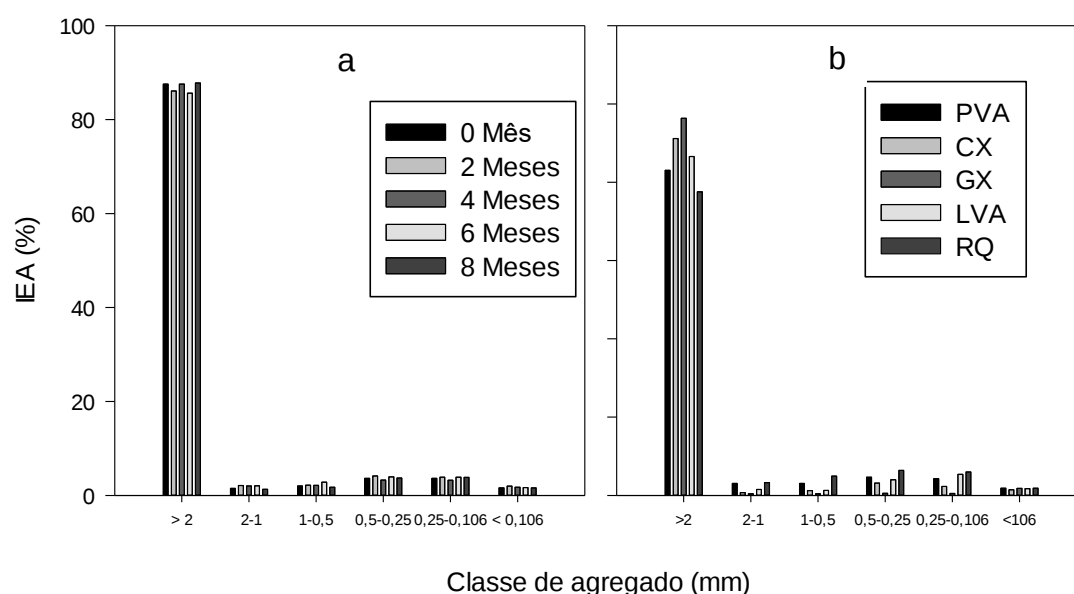
O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x5, com quatro repetições, sendo o primeiro fator a classe de solo e o segundo fator o tempo de armazenamento. Os dados foram testados quanto à normalidade e submetidos a análise de variância (ANAVA) e as fontes de variação significativas foram submetidas ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico ASSISTAT 7.7 pt.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição de agregados

O teste F da ANAVA não se mostrou significativo para o fator tempo de armazenamento nem para interação entre os fatores, sendo significativo apenas para o fator solo ($p < 0,05$). Observa-se na Figura 1a que, dentro de cada classe de agregados o IEA, não apresentou diferença entre os tempos de armazenamento da amostra em laboratório. Porém, destaca-se, a predominância de agregados na classe maiores que 2 mm ($IEA > 2\text{mm}$) para todos os tempos de armazenamento (média 86,92%) e a com menor média (1,73%) foi a classe de agregados menores que 0,106 mm.

Figura 1. Distribuição da estabilidade de agregados (IEA) para o tempo de armazenamento de amostra e classes de solos.



Na análise do IEA para cada solo avaliado, verificou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) dentro de todas as classes de agregados, com exceção para a classe IEA $< 0,106$ mm (Figura 1b). Os solos que apresentaram as maiores médias, em classes específicas foram: GX na classe de IEA > 2 mm, RQ nas de 2-1, 1-0,5, 0,5-0,25 e 0,25-0,106 mm e, LVA na classe entre 0,25 e 0,106 mm. O solo CX foi a segunda maior média para IEA > 2 mm, alcançando valor de 91,17%, o que foi superior à média (88,50%) encontrada por ABRÃO et al., (2017), para esse mesmo solo, cultivado com *Pinus taeda*. Os valores IEA > 2 mm, nesse trabalho, foram também superior ao do trabalho de VEZZANI & MIELNICZUK (2011), em Argissolo Vermelho Amarelo com aveia, vica e milho, ao de COSTA JUNIOR et al. (2012), em Latossolo Vermelho distrofico sob vegetação nativa de cerrado, ao de ALMEIDA et al. (2014) em Latossolo cultivados com pastagem, milho e eucalipto e ao de JUNQUEIRA, et al. (2010) em Neossolo Quartzarênico de mata nativa.

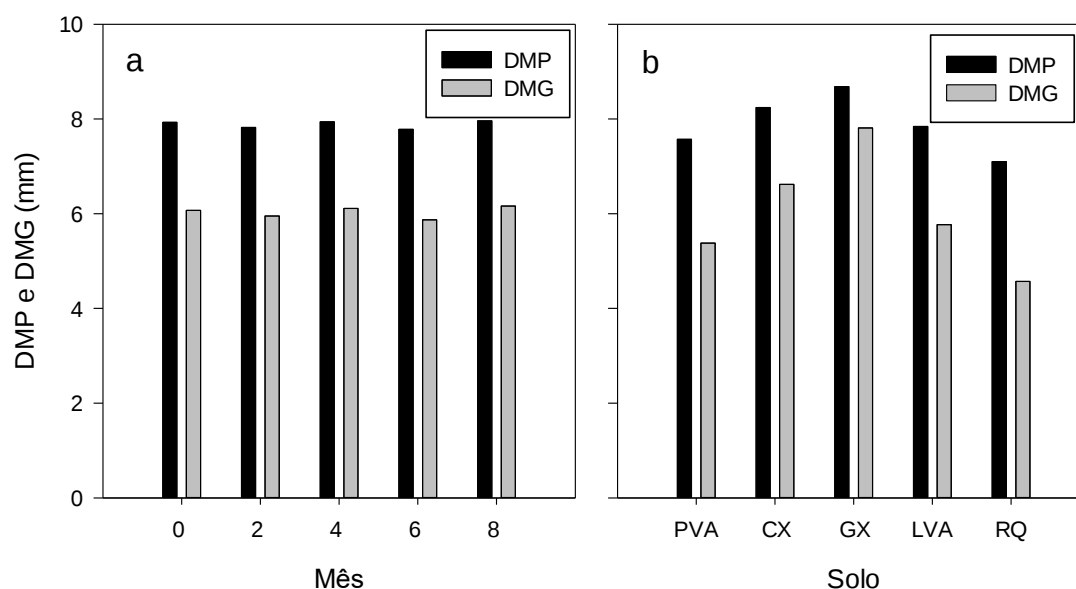
O maior valor de IEA do GX foi, provavelmente, por possuir cobertura vegetal de mata nativa, o que lhe proporcionou maior aporte de matéria orgânica (Tabela 1). Tanto na Figura 1a como na 1b, os agregados da classe >2 mm apresentaram valores acima de 77%, indicando maior resistência a desagregação dessa faixa de agregados.

3.2 DIÂMETRO MÉDIO PONDERADO E GEOMÉTRICO

O diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) tiveram comportamento semelhante, quanto ao tempo de armazenamento de amostras de solo em laboratório, não sendo diferente estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott (Figura 2a).

Já os resultados dessas variáveis, sofreram influência significativa para as diversas classes de solo (Figura 1b).

Figura 2. Diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) em função do tempo de armazenamento da amostra e das classes de solo pelo método de peneiramento em água.

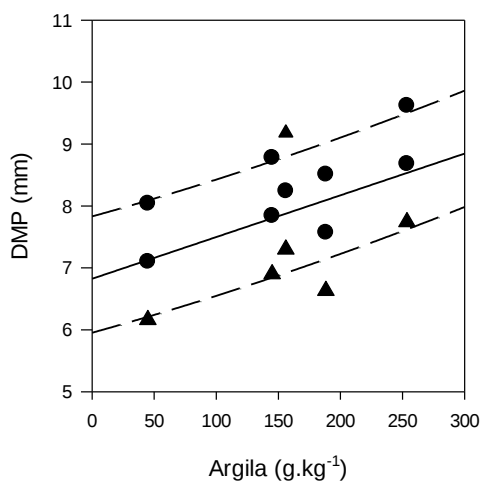


O Gleissolo novamente foi o que apresentou o maior DMP e DMG, sendo diferente de todos os demais solos. Em seguida, em ordem decrescente apresenta-se: $Cx > PVA$ e $LVA > RQ$ (Figura 2b). A ordem decrescente dos valores de DMP e DMG, pode estar associada aos teores de carbono orgânico e argila de cada solo, como confirmado pelos resultados encontrados por FALCÃO et al. (2020), em que observaram aumento da agregação com o aumento da matéria orgânica. Outro fator que pode ter contribuído com os maiores DMP e DMG para o solo GX foi o teor de alumínio, conforme relataram WU et al. (2016).

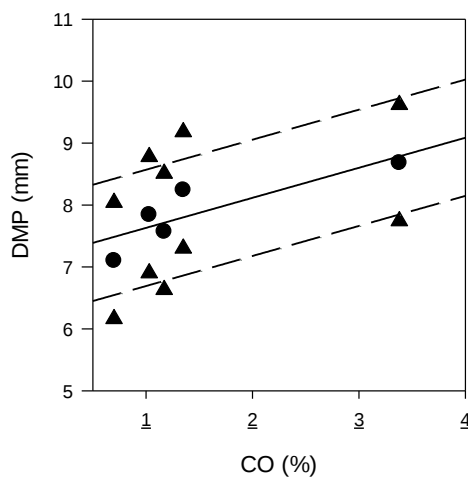
Além da parte física, existe também as influências da parte microbiológica, visto que os microrganismos do solo são de fundamental importância no processo de agregação e estabilização dos agregados (RASHID et al. 2016) e esses são muito sensíveis à produtos de controle fitossanitários de uso intenso na agricultura empresarial, principalmente fungicidas (VERDENELLI et al., 2012), e herbicidas (KUMAR et al., 2017). Sabe-se que a agregação do solo é altamente influenciada por fungos micorrízicos arbusculares (ZHANG et al., 2012) e que esses podem ser inibidos em função da tecnologia Bt (CHEN et al., 2016) utilizada nos algodoeiros cultivados no Neossolo estudado no presente trabalho.

Todas as correlações foram significativas ($p < 0,05$) e positivas, apresentando valores de R acima de 80%, referente as equações lineares que descreveram as relações DMP x argila, DMP x CO, DMG x argila, DNG x CO, IEA > 2 mm x argila e IEA > 2 mm x CO, conforme demonstra a Figura 3a, b, c, d, e e f, respectivamente. Essas altas correlações entre essas variáveis, pode explicar que a agregação está associada aos conteúdos de argila e matéria orgânica desses solos. Outros autores já relataram a relação positiva da argila e da matéria orgânica com a agregação do solo (TAVARES FILHO et al., 2012; VICENTE et al., 2012; SILVA et al., 2014). Figura 3. Equações de regressão entre teores de argila e carbono orgânico (CO) para MP (a, b); DMG (c, d) e IEA > 2 mm (e, f).

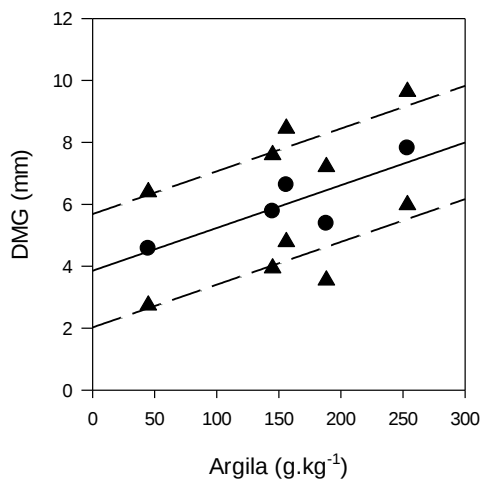
— — — 95% confiança
DMP = $6,8243 + 0,0067 \text{argila}$
R = 0,8416



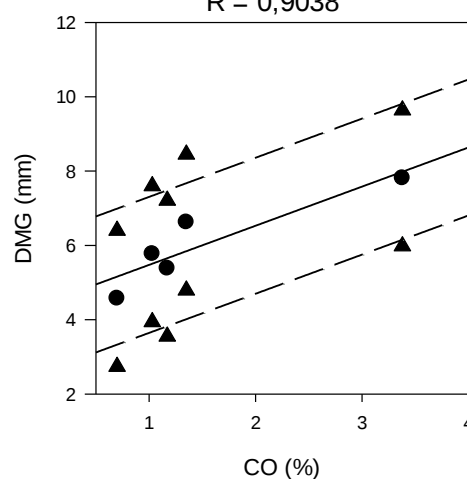
— — — 95% confiança
DMP = $7,1457 + 0,4851 \text{CO}$
R = 0,8494



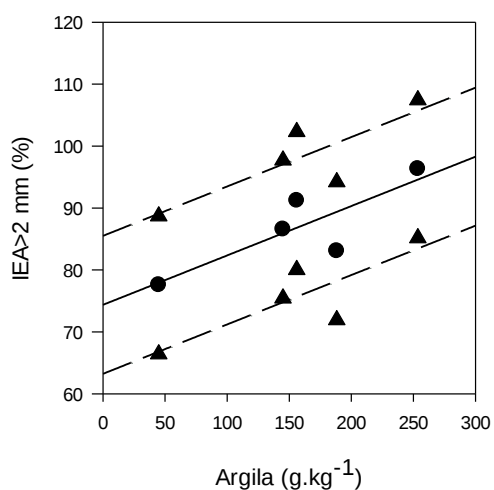
— — — 95% confiança
DMG = $3,8549 + 0,0139 \text{argila}$
R = 0,8485



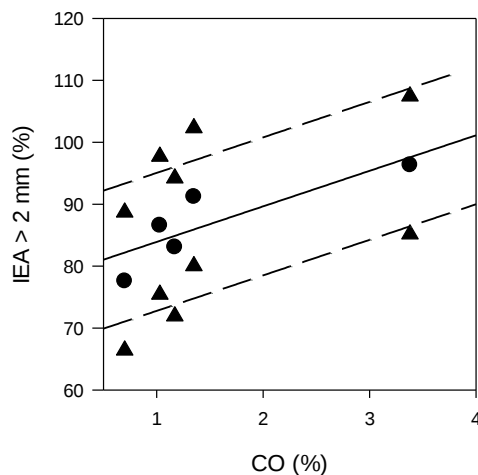
— — — 95% confiança
DMG = $4,4233 + 1,0529 \text{CO}$
R = 0,9038



— — — 95% confiança
IEA > 2 mm = $74,3692 + 0,0797 \text{argila}$
R = 0,8371



— — — 95% confiança
IEA > 2 mm = $78,4410 + 5,7359 \text{CO}$
R = 0,8441



Observa-se ainda na Figura 3a e b que o DMP aumenta 0,0067 mm para cada aumento de 1g.kg^{-1} de argila e 0,4851 mm para cada aumento de 1% no teor de C orgânico no solo. O DMG aumenta 0,0139 mm para cada aumento de 1g.kg^{-1} de argila enquanto na relação com o carbono o aumento é de 1,0529 mm para cada aumento de 1% no teor de CO no solo (Figura 1c e d). Para o percentual de IEA > 2 mm, foi observado um aumento de 0,0797 % para cada aumento de 1g.kg^{-1} de argila e de 5,7359 % para cada aumento de 1% no teor de CO no solo (Figura 3e e f). Sendo assim, os altos coeficientes de correlação (R) evidenciam a influência da argila e do carbono orgânico na agregação do solo.

Note-se ainda na Figura 3 que o intervalo de confiança para o DMP, DMG e IEA > 2 mm apresentaram uma amplitude de 0,53 mm, 1,08 mm e 6,33%, respectivamente. Isso significa que a curva do DMP tem uma variação média de $\pm 6,72\%$, a reta de regressão do DMG varia de $\pm 17,91\%$ e a do IEA > 2 mm de $\pm 7,28\%$. O intervalo de confiança dos coeficientes não inclui o valor igual a zero, possibilitando afirmar que os modelos são significativos (BLAINSKI et al., 2009).

4 CONCLUSÕES

O tempo de armazenamento da amostra não influenciou no resultado da análise de estabilidade dos agregados pelo método de peneiramento em água.

Os solos com maior teor de argila e carbono orgânico apresentaram os maiores valores de IEA > 2 mm, DMP e DMG.

Os índices de estabilidade de agregados, DMP, DMG e IEA > 2 mm apresentaram correlações com o conteúdo de argila e teor de carbono orgânico do solo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. F.; MACHADO, H. A.; MARTINS, F. P.; QUEIROZ, I. D. de S.; TEIXEIRA, W. G.; MIKHAEL, J. E. R.; BORGES, E. N. Correlação do tamanho e da distribuição dos agregados em latossolos amarelo da região do Triângulo Mineiro com diferentes ambientes. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, n. 5, 2014.
- BAUMGÄRTNER, L. C.; CORDEIR, R. C.; RODRIGUES, R. A. R.; MAGALHÃES, C. A.; MATOS, E. S. Estoque e Mecanismo de Proteção Física do Carbono no Solo em Manejos Agrícolas. Revista Brasileira de Geografia Física v.14, n.06, p.3341-3354, 2021.

- BLAINSKI, E.; GONSALVES A. C. A.; TORMENA, C. A. Intervalo hídrico ótimo num Nitossolo Vermelho distroférico irrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 2, p. 273-281, 2009
- BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, Pequim, v. 124, n. 1, p. 3-22, 2005.
- CHAPLOT, V.; COOPER, M. Soil aggregate stability to predict organic carbon outputs from soils. *Geoderma*, Pequim, v. 243, p. 205-213, 2015.
- CHEN, X. H.; VANG, F. L.; ZHANG, R.; JI, L. L.; YANG, Z. L. Evidences of inhibited arbuscular mycorrhizal fungal development and colonization in multiple lines of Bt cotton. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Enschede, v. 230, p. 169-176, 2016.
- CHRENKOVÁ, K. MATAIX-SOLERA, J.; DLAPA, P.; ARCENEGUI, V. Long-term changes in soil aggregation comparing forest and agricultural land use in different Mediterranean soil types. *Geoderma*, Pequim, v. 235, p. 290-299, 2014.
- CONG, P.; OUYANGA, Z.; HOUA, R.; HAN, D. Effects of application of microbial fertilizer on aggregation and aggregate-associated carbon in saline soils. *Soil and Tillage Research*, Santa Rosa, v. 168, p. 33-41, 2017.
- COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. DE C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P. B. de; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no Bioma Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Santa Maria, v. 36, n. 4, 2012.
- FALCÃO, K. dos S.; MONTEIRO, F. das N. Estoque de carbono e agregação do solo sob diferentes sistemas de uso no cerrado. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, Rio de Janeiro, RJ, p.1-14, 2020.
- ABRÃO, S. F.; ROSA, S. F. DA; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; EBLING, A. A. agregação de um cambissolo húmico em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes rotações. *Ciência Florestal*, Santa Maria, RS, v. 27, n. 2, 2017.
- GARCIA-FRANCO, N.; ALBALADEJO, J.; ALMAGRO, M.; MARTÍNEZ-MENA, M. Beneficial effects of reduced tillage and green manure on soil aggregation and stabilization of organic carbon in a Mediterranean agroecosystem. *Soil and Tillage Research*, Santa Rosa, v. 153, p. 66-75, 2015.
- JIANG, M.; WANG, X.; LIUSUI, Y.; HAN, C.; ZHAO, C.; LIU, H. Variation of soil aggregation and intra-aggregate carbon by long-term fertilization with aggregate formation in a grey desert soil. *Catena*, Amsterdam, v. 149, p. 437-445, 2017.

- JUNQUEIRA, K. R.; CORRECHEL, V.; CUSTÓDIO FILHO, R. de O.; SANTOS, F. C. V. dos; JUNQUEIRA, M. de F. R. Estabilidade de agregados de um Neossolo Quartzarênico sob pastagem e mata em Baliza-GO. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 6, n. 10, p. 1-7, 2010.
- KEMPER, W. D.; ROSENAU R. C. "Aggregate stability and size distribution." 1986; 425-442.
- KUMAR, U.; BERLINER, J.; ADAK, T.; RATH, P. C.; DEY, A.; SOMNATH S. POKHARE, S. S.; JAMBHULKAR, N. N.; PANNEERSELVAM, P.; KUMAR, A. SHYAMRANJAN D. MOHAPATRA, S. D. Non-target effect of continuous application of chlorpyrifos on soil microbes, nematodes and its persistence under sub-humid tropical rice-rice cropping system. *Ecotoxicology and environmental safety*, Plymouth, v. 135, p. 225-235, 2017.
- RASHID, M. I.; MUJAWAR, I. H.; SHAHZAD, T.; LALMEELBI, T.; ISMAIL, I. M. I.; OVES, M. et al. Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability and aggregate formation in degraded soils. *Microbiological research*, Bruxelas, v. 183, p. 26-41, 2016.
- SILVA, A. S.; SILVA, I. de F. da; BANDEIRA, L. B.; Dias, B. de O.; SILVA NETO, L. de F. da. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 10, 2014.
- SOUSA, C. S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; LIMA, F. de S. Influências da temperatura de armazenamento e de extratores na determinação de glomalina em solos Paraibanos. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 4, 2011.
- SOUZA, L. H. C. de; NUNES, M. C. M.; NEVES, S. M. A. da S.; CUIABANO, M. N.; FERREIRA, F. da S. F.; SOUZA, A. L. Estabilidade de agregados de um latossolo vermelho distrófico sob diferentes usos e manejos em Lambari D'Oeste-MT. *Cerrado Agrociências*, Patos de Minas, MG, v.6, p. 12-23, 2015.
- TAVARES FILHO, J.; FELTRAN, C. T. M.; OLIVEIRA, J. F. de; ALMEIDA, E. de; GUIMARÃES, M. de F. Atributos de solo determinantes para a estimativa do índice de estabilidade de agregados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 3, p. 436-441, 2012.
- VERDENELLI, R. A.; LAMARQUE, A. L.; JOSÉ M. MERILES, J. M. Short-term effects of combined iprodione and vermicompost applications on soil microbial community structure. *Science of the Total Environment*, Barcelona, v. 414, p. 210-219, 2012.

- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Santa Maria, v. 35, n. 1, 2011.
- VICENTE, T. F. S.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; OLIVEIRA, V. S.; OLIVEIRA, A. K. S.; SOUZA, A. M. P. L. Relações de atributos do solo e estabilidade de agregados em canaviais com e sem vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, p. 1215-1222, 2012.
- VOLIKOV, A. B. KHOLODOV, V. A.; KULIKOVA, N. A.; PHILIPPOVA, O. I.; PONOMARENKO, S. A.; ELENA V. LASAREVA, E. V.; AKSANA M. PARFYONOVA, A. M.; HATFIELD, K. IRINA V. PERMINOVA, I. V. Silanized humic substances act as hydrophobic modifiers of soil separates inducing formation of water-stable aggregates in soils. *Catena*, Amsterdam, v. 137, p. 229-236, 2016.
- WANG, J.; YANG, W.; YU, B.; LI, Z.; CAI, C.; MA, R. Estimating the influence of related soil properties on macro-and micro-aggregate stability in ultisols of south-central China. *Catena*, Amsterdam, v. 137, p. 545-553, 2016.
- WU, X. CAI, C.; WANG, J.; WEI, Y.; SHUO WANG, S. Spatial variations of aggregate stability in relation to sesquioxides for zonal soils, South-central China. *Soil and Tillage Research*, Santa Rosa, v. 157, p. 11-22, 2016.
- HOU, X-Q.; LI, R.; JIA, Z-K.; HAN, Q-F. Effect of rotational tillage on soil aggregates, organic carbon and nitrogen in the Loess Plateau area of China. *Pedosphere*, Nanjing, v. 23, n. 4, p. 542-548, 2013.
- YAN, Y.; CHENG-HUA, L.; ZONG-LIAN, P. Effect of greenhouse soil management on soil aggregation and organic matter in northeast China. *Catena*, Amsterdam, v. 133, p. 412-419, 2015.
- ZHANG, S.; LI, Q.; ZHANG, X.; WEI, K.; CHEN, L.; LIANG, W. Effects of conservation tillage on soil aggregation and aggregate binding agents in black soil of Northeast China. *Soil and Tillage Research*, Santa Rosa, v. 124, p. 196-202, 2012.
- ZHANG, X.; XINA, X.; ZHUA, A.; ZHANGA, J.; YANG, W. Effects of tillage and residue managements on organic C accumulation and soil aggregation in a sandy loam soil of the North China Plain. *Catena*, Amsterdam, v. 156, p. 176-183, 2017.