

## ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM RESPOSTA AO CULTIVO DA CANA-DE- AÇÚCAR EM SOLOS DE TABULEIROS COSTEIROS

Eduardo Antonio dos Santos Mendonça<sup>1</sup>, Davi de Farias Thorpe<sup>2</sup>,  
Roberta Queiroz Cavalcanti<sup>3</sup>, Pedro Francisco Sanguino Ortiz<sup>4</sup>,  
Renato Paiva de Lima<sup>5</sup>, Mário Monteiro Rolim<sup>6</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi identificar as mudanças na estrutura do solo, medida pela estabilidade de agregados, decorrentes do cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum*). O experimento foi realizado na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC/UFRPE), situada no município de Carpina, zona da mata do estado de Pernambuco. Foram selecionadas três áreas distintas: fragmento de Mata Atlântica (MT); área sob preparo do solo (PS); área cultivada com cana-de-açúcar em sexto corte (CA). Em cada área foram coletadas amostras de solo deformadas, nas profundidades de 0,00-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m. Para cada área experimental e profundidade foram amostradas quatro repetições, obtendo-se um total 36 amostras. Com essas amostras foi determinado a estabilidade de agregados estáveis em água (AEA) e o carbono orgânico (CO). O percentual de agregados maiores que 2 mm foi maior no solo da Mata Atlântica e o teor de carbono orgânico reduziu por influência do preparo do solo e do sucessivo cultivo de cana-de-açúcar. Assim, áreas preservadas sob mata nativa apresentam solos com agregados mais estáveis e melhores condições estruturais do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** estrutura do solo, manejo do solo, degradação do solo.

## SOIL AGGREGATES STABILITY IN RESPONSE TO SUGARCANE CULTIVATION IN COASTAL TABLELANDS

<sup>1</sup> Estudante, Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental, DEAGRI, UFRPE, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone (81) 995897589. E-mail : edwardontn@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Agrícola e Ambiental, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

<sup>4</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

<sup>5</sup> Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pós-Doutorando em Engenharia Agrícola, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to identify changes in soil structure, as measured by aggregate stability, in response to sugarcane cultivation. The experiment was carried out at the Carpina Sugarcane Experimental Station (EECAC / UFRPE), located in the municipality of Carpina, Pernambuco State. Three distinct areas were selected: Atlantic Forest fragment (MT); area under tillage (PS); area successively cultivated with sugarcane (CA). Disturbed soil samples were collected at depths of 0.00-0.10 m, 0.10-0.20 m and 0.20-0.30 m. For each experimental area and depth four replicates were sampled, obtaining a total of 36 samples. With these samples the stability of water stable aggregates (AEA) and organic carbon (CO) were determined. The percentage of aggregates larger than 2 mm was higher in the Atlantic Forest soil and the organic carbon content decreased due to the influence of soil tillage and successive sugarcane cultivation. Thus, areas preserved under native forest have more stable aggregate soils and better soil structure. These characteristics may be lost as a management system is implemented, negatively impacting the soil structure.

**KEYWORDS:** soil structure, soil management, soil degradation

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar possui uma grande relevância como produto agrícola para o Brasil, pois, é considerada uma das grandes apostas para o setor de biocombustíveis devido ao enorme potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos (CONAB, 2018). Em Pernambuco o setor canavieiro estende-se por uma enorme área agrícola, uma vez que as características climáticas da região são propícias para essa cultura (Cavalcanti et al., 2018). Com a expansão do setor canavieiro, uma constante substituição de ambientes naturais de florestas, para sistemas agrícolas, tem ocorrido, o que pode promover mudanças na estrutura e no aporte de carbono orgânico no solo (Cherubin et al., 2017).

Essa mudança, aliada com um manejo inadequado do solo, resulta em modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo presente em cada ambiente citado (Garcia et al., 2014). A estrutura do solo é bastante sensível ao preparo do solo e a mecanização agrícola, as quais são práticas agrícolas decorrentes do setor da cana-de-açúcar. Mudanças na estrutura de solos agrícolas ocorre essencialmente por uso intenso de máquinas e implementos pesados (Lima et al., 2015; Oliveira et al., 2015).

Entre as propriedades do solo mais afetadas, está a estabilidade de agregados, para qual uma alta ou baixa estabilidade é capaz de indicar os efeitos do manejo aplicado sobre a

estrutura do solo (Souza et al., 2004). Adicionalmente, o manejo dos solos pode promover alterações na concentração de carbono orgânico, afeta diretamente a estabilidade de agregados. Solos com estrutura pouco estável são altamente susceptíveis à processos erosivos, que podem promover dispersão das argilas e diminuir a fertilidade do solo.

Cherubin et al. (2016) reportam que solos agrícolas perdem até 30% de sua capacidade de exercer funções como aeração e drenagem em relação à vegetação nativa. Um solo bem estruturado é capaz de fornecer condições de aeração, retenção de água e penetração das raízes, resultando em maior desenvolvimento do sistema radicular (Lima et al., 2016). A degradação do solo, promovida por práticas agrícolas inadequadas, são uma das principais causas de queda de produtividade. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo identificar mudanças na estrutura do solo, medida pela estabilidade de agregados, decorrentes do cultivo da cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material foi realizada na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC/UFRPE), localizada no Município de Carpina, Zona da Mata Setentrional de Pernambuco, nas coordenadas 7°51'S de Latitude e 35°14'W Longitude e 178 m de altitude. Para essa coleta, foram selecionadas três áreas distintas: fragmento de Mata Atlântica (MT), área onde foi realizado o preparo do solo para um novo plantio (PS), e uma área cultivada com cana-de-açúcar em sexto corte, isto é, seis anos de cultivo de cana-de-açúcar (CA). Em cada área foram coletadas amostras de solo deformadas nas profundidades de 0,00-0,10 cm, 0,10-0,20 cm e 0,20-0,30 cm. Para cada área experimental (MT, PS e CA) e profundidade foram amostradas quatro repetições, obtendo-se um total 36 amostras.

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Mecânica dos Solos – UFRPE. O ensaio de estabilidade de agregados foi conduzido de acordo com a metodologia de Kemper & Chepil (1965), onde as amostras de solo passaram por peneiras com abertura de 4 e 2 mm, e do material retido nesse intervalo foi pesado 50g. Esse material foi umedecido por capilaridade e depositado no conjunto de peneiras com abertura de 2, 1, 0,5, 0,250 e 0,106 mm, sendo agitado no tanque de Yoder para oscilação vertical durante 15 minutos. As frações retidas em cada peneira foram separadas em recipientes e colocadas em estufa a 105°C durante 24 horas e depois foram pesadas, e medidos os percentuais de

agregados estáveis em água (AEA). O diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) foi calculado usando a Eq. 1:

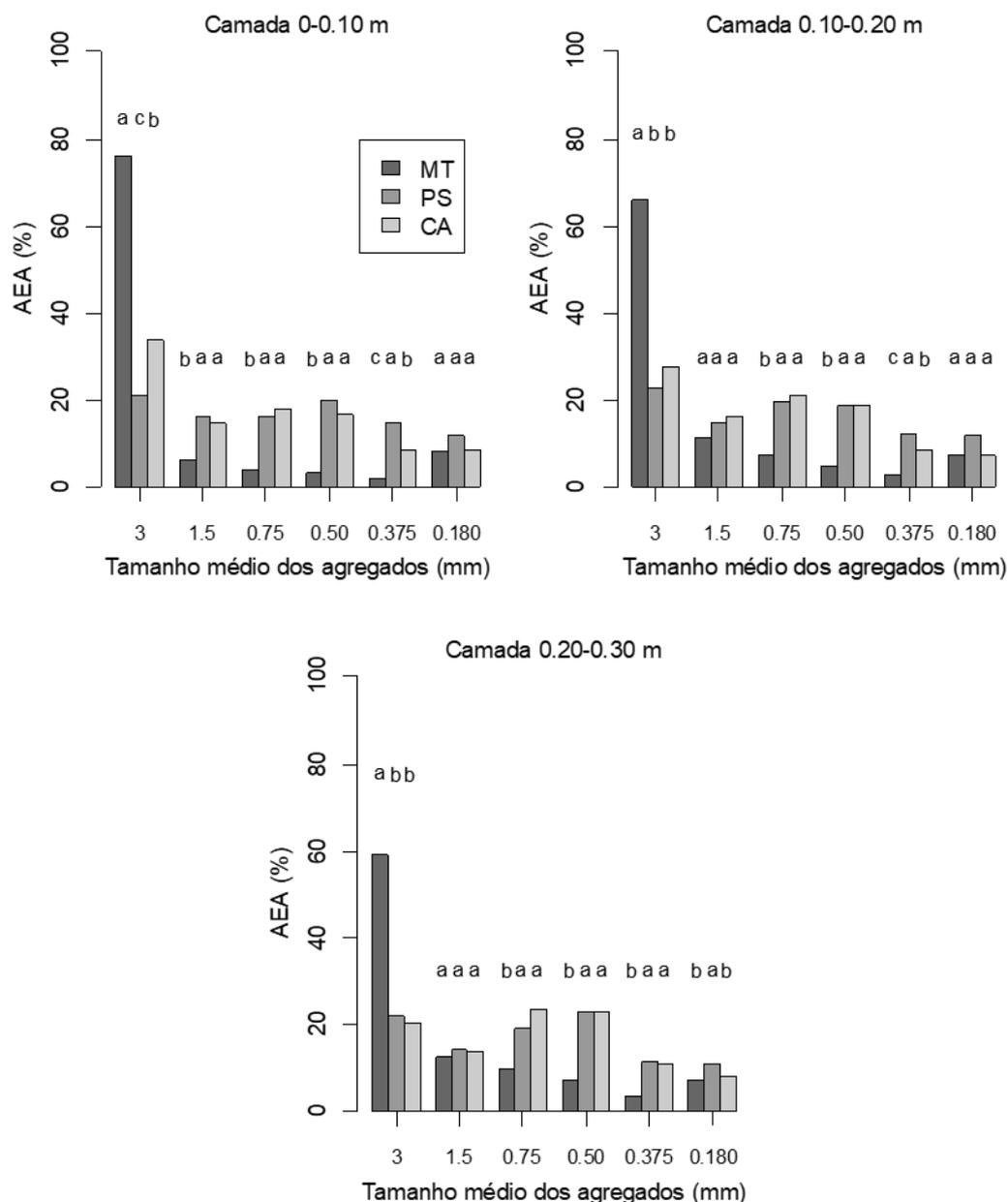
$$DMP = \sum_{i=1}^n (x_i m_i) \quad (1)$$

Onde  $n$  é o número de classes de tamanho agregado;  $x_i$  é a classe de tamanho médio  $i$ ; e  $m_i$  é a massa agregada estável em água na classe  $= i$ . O carbono orgânico (CO) foi obtido por titulação segundo metodologia de Yeomans & Bremner (1988). Os dados foram submetidos à análise de variância para cada camada, com o intuito de detectar diferença entre os tratamentos. As médias foram testadas via teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no Software R (R Core Team, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo da cana-de-açúcar reduziu significativamente os agregados de maiores tamanhos (Figura 1). Na camada de 0,00-0,10 m, a área MT apresentou 80% de agregados  $> 2$  mm, enquanto a área CA possui 35% e a área PS possui apenas 20% (Figura 1A). Oliveira et al. (2015) também encontraram essa redução significativa em solos cultivados e manejados, indicando que a substituição do sistema de mata por um de cultivo de cana-de-açúcar, e o preparo desse solo para renovação, é adverso para os agregados estáveis em água (AEA). Corroborando com Tavares et al. (2017), os agregados  $< 2$  mm, apresentam uma distribuição uniforme à medida que o diâmetro reduz.

Não houve diferença estatística entre as áreas PS e CA nos agregados com diâmetro de 1,5, 0,75 e 0,50 mm, demonstrando que a práticas de preparo do solo reduzem os diâmetros desses agregados, mas em relação a área MT não houve diferença. As camadas de 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m (Figura 1B e 1C) se comportaram de forma semelhante, em houve uma redução dos AEA com diâmetro  $> 2$  mm na área MT, mas ainda há uma porcentagem de AEA significativamente maior em relação as outras áreas. Para os agregados com diâmetro  $< 2$  mm, houve variação significativa apenas nos diâmetros 0,75, 0,50, e 0,375.

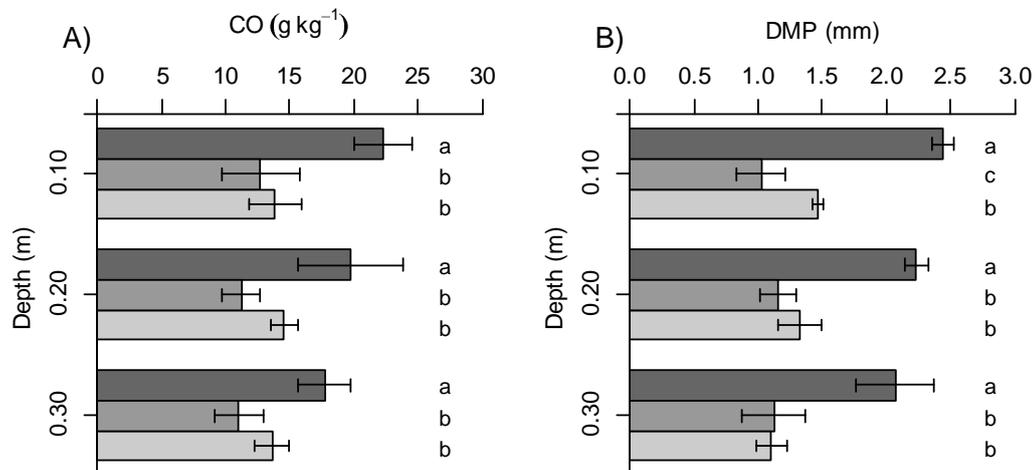


**Figura 1.** Relação dos agregados estáveis em água (AEA) com o tamanho médio dos agregados, nas profundidades 0,00-0,10 m (A), 0,10-0,20 m (B) e 0,20-0,30 m (C), em área de Mata Atlântica (MT), preparo do solo (PS) e cultivo de cana-de-açúcar (CA).

Solos com estrutura pouco estável são altamente susceptíveis à processos erosivos, que podem promover dispersão das argilas e diminuir a fertilidade do mesmo (Ortiz et al., 2017). Cherubin et al. (2016) reportam que solos agrícolas perdem até 30% de sua capacidade de exercer funções como aeração e drenagem em relação à vegetação nativa, assim um solo bem estruturado, como é o caso do encontrado em MT, é capaz de fornecer melhores condições de aeração, retenção de água e penetração das raízes, resultando em maior desenvolvimento do sistema radicular. Assim como, nas camadas superiores a área MT apresenta valores menores nos agregados com diâmetro médio de 0,75, 0,375 e 0,178 mm.

Esse comportamento decorre do fato que nesse solo há presença de agregados com maiores diâmetros e isso porque, possivelmente em áreas de floresta a quantidade de matéria orgânica é maior em relação aos sistemas de manejo agrícola, e que esse componente servirá de elemento de agregação entre as partículas, conseqüentemente, a porcentagem dos agregados inferiores é significativamente menor que os agregados de mesmo diâmetro das outras áreas (Oliveira et al., 2010, Tavares et al. 2017, Borges et al., 2015).

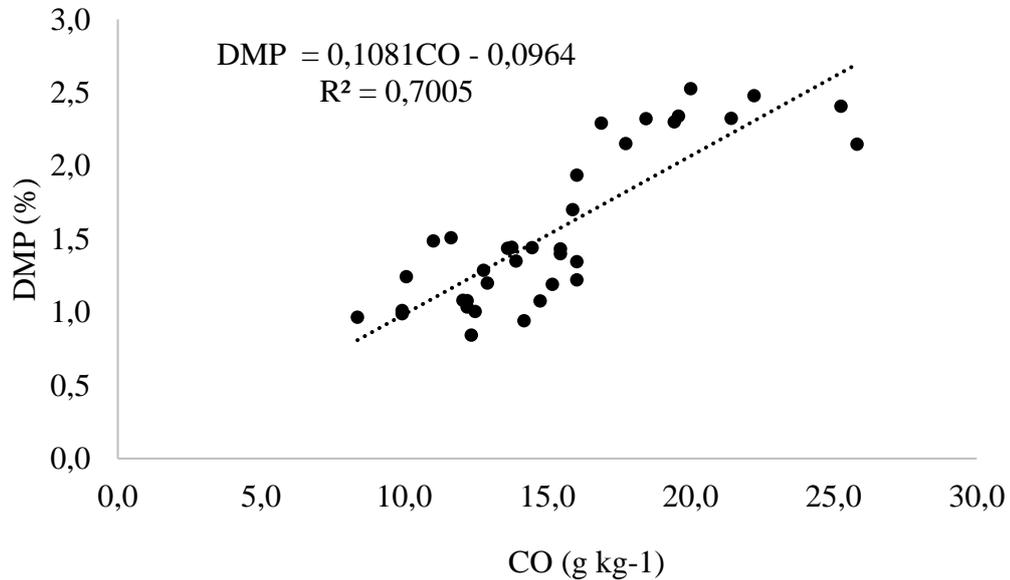
Esses valores de AEA corroboram ao encontrado por Rangel & Guerra (2017), que observaram em sua pesquisa que uma área de mata possui maiores índices de agregação, em comparação das áreas cultivadas. A Figura 2A mostra a distribuição dos teores de carbono orgânico em cada área e camada analisada. Os teores de CO de MT foram significativamente maiores em relação as outras duas áreas (Figura 2). CA possui teores de CO maiores que o solo preparado, entretanto não apresentaram diferença estatística entre si. Isso demonstra que, entre o preparo do solo e o cultivo da cana-de-açúcar não há uma recuperação do CO de forma significativa. Na Figura 2B, é possível observar que o diâmetro médio ponderado dos agregados foi maior na MT, o qual pode ser atribuído à resposta a concentração de CO (Figura 2).



**Figura 2.** A) Teores de carbono orgânico (C) e diâmetro médio dos agregados estáveis em água (DMP) em resposta a áreas de mata nativa, preparo do solo e cultivo de cana-de-açúcar (tom de cinza mais escuro para o mais claro, respectivamente; ver legenda em Figura 1).

DMP está relacionado com a concentração de carbono orgânico no solo, pois, ele tem uma capacidade de consolidar a ligação entre as partículas do solo (Cavalcanti et al., 2018), proporcionando agregados maiores e mais estáveis. Essa relação direta entre o DMP e o CO

está evidenciada na Figura 3. A medida que os teores de CO aumentam o DMP dos agregados também aumenta.



**Figura 3.** Relação entre o diâmetro médio ponderado (DMP) e o carbono orgânico (CO) em área de Mata Atlântica (MT), preparo do solo (PS) e cultivo de cana-de-açúcar (CA).

Os resultados obtidos revelam que o preparo do solo, aliado ao cultivo sucessivo de cana-de-açúcar, reduzem a estabilidade dos agregados, pois, houve pouca diferença entre os diâmetros dos agregados nas áreas PS e CA quando comparadas com MT (Figuras 1, 2 e 3).

## CONCLUSÕES

O percentual de agregados maiores que 2 mm foi maior no solo da Mata Atlântica e o teor de carbono orgânico reduziu por influência do preparo do solo e do sucessivo cultivo de cana-de-açúcar. Dessa forma, áreas preservadas sob mata nativa apresentam solos com agregados mais estáveis e com melhores condições estruturas do solo. Essas características podem ser perdidas à medida que se implanta um sistema de manejo, impactando negativamente a estrutura do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, C. S., RIBEIRO, B. T., WENDLING, B., CABRAL, D. A. Agregação do solo, carbono orgânico e emissão de CO<sub>2</sub> em áreas sob diferentes usos no Cerrado, **região do Triângulo Mineiro. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 10(3), 660-675, 2015.

Cavalcanti, R. Q., ROLIM, M. M., DE LIMA, R. P., TAVARES, U. E., PEDROSA, E. M., GOMES, I. F. Soil physical and mechanical attributes in response to successive harvests under sugarcane cultivation in Northeastern Brazil. **Soil and Tillage Research**, 189, 140-147, 2018.

Cherubin, M. R., Franco, A. L., Guimarães, R. M., Tormena, C. A., Cerri, C. E., Karlen, D. L., & Cerri, C. C. (2017). Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using Visual Evaluation of Soil Structure (VESS). **Soil and Tillage Research**, 173, 64-74.

Cherubin, M. R., Karlen, D. L., Franco, A. L., Tormena, C. A., Cerri, C. E., Davies, C. A., Cerri, C. C. (2016). **Soil physical quality response to sugarcane expansion in Brazil. Geoderma** 267, 156-168, 2016.

**CONAB** - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, quarto levantamento. Brasília: Conab, 2018. 77p.

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011. 212p.

Garcia, G. C.; BONINI, C. S. B.; BONINI NETO, A. Influência do uso e manejo do solo nos cátions trocáveis um argissolo vermelho. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 7, p. 17-27, 2014.

Kemper, W.D.; Chepil, W. S. Size distribution of aggregates. In C.A. Black (Ed). **Methods of soil analysis. Part 1. Agronomy n.9, American Society of Agronomy, Inc., Publishes, Madison, Wisconsin** 1965.

Lima, R. P.; Rolim, M. M.; Oliveira, V. S.; Silva, A. R.; Pedrosa, E. M. R.; Ferreira, R. L. C. (2015). Load-bearing capacity and its relationships with the physical and mechanical attributes of cohesive soil. *Journal of Terramechanics*, v. 58, p. 51-58.

Lima, R.P., da Silva, A.R., Da Silva, A.P., Leão, T.P., Mosaddeghi, M.R. (2016). soilphysics: an R package for calculating soil water availability to plants by different soil physical indices. *Computers and Electronics in Agriculture* 120, 63-71.

Oliveira Filho, F. X.; Miranda, N. O.; Medeiros, J. F.; Silva, P. C. M; Mesquita, F. O.; COSTA, T.K.K.; Zona de manejo para preparo do solo na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.186-193, 2015.

Ortiz, P. F., Rolim, M. M., DE LIMA, J. L., pedrosa, E. M., Dantas, M. S., Tavares, U. E. Physical qualities of an Ultisol under sugarcane and Atlantic forest in Brazil. **Geoderma regional**, 11, 62-70, 2017.

**R Core Team (2019)**. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for statistical computing. Disponível: <<http://www.R-project.org>>. Acessado: 23.04.19.

Rangel, L.; Guerra, A. Qualidade física de um cambissolo háplico sob diferentes usos na bacia do córrego dos micos, Paraty (RJ). **Boletim Goiano de Geografia (Online)**. v.37, p.91-105, 2017.

Souza, Z. M.; Marques Júnior, J.; Pereira, G. T. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica em solos de relevos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.491-499, 2004.

Tavares, U. E.; Rolim, M. M.; Simões Neto, D. E.; Pedrosa, E. M. R.; Magalhães, A. G.; Silva, E. F. F. S. Aggregate stability and penetration resistance after mobilization of a dystrocohesive Ultisol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, p.752-757, 2017.

Yeomans, Jane C.; Bremner, John Michael. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.