



Efeito da alta dose de gesso na alteração estrutural de um Latossolo obtida via imagens tomográficas de raios-X⁽¹⁾

Carla Eloize Carducci⁽²⁾; Geraldo César de Oliveira⁽³⁾; Diogo Francisco Rossoni⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq, FAPEMIG e empresa AP.

⁽²⁾ Professor, Universidade Federal de Santa Catarina-Campus de Curitiba/UFSC, Curitiba, SC; E-mail: ec.carducci@ufsc.br

⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras, MG, E-mail: geraldooliveira@dcs.ufla.br

⁽⁴⁾ Professor, Universidade Estadual de Maringá/UEM, Maringá, PR, E-mail: dfrossoni@uem.br

RESUMO: A estrutura do solo é considerada um importante parâmetro que descreve a sua qualidade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do gesso na alteração da estrutura de um Latossolo submetido a um sistema de manejo conservacionista no cultivo de cafeeiros. O experimento foi conduzido em lavoura cafeeira implantada em um Latossolo Vermelho Distrófico muito argiloso, os tratamentos avaliados foram: G0 – ausência de gesso adicional e G28 – 28Mg ha⁻¹ de gesso adicional aplicado na superfície na linha de plantio, onde foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada em cilindros de acrílico na linha de plantio na profundidade de 0-20-0,34 m logo abaixo da linha de gesso. As amostras foram escaneadas em um tomógrafo de raios -X (EVS/GE MS8X-130), obtendo-se imagens tomográficas com 60 µm de resolução espacial. Posteriormente, as imagens foram binarizadas para calcular as densidades do solo e dos agregados em unidades tomográficas (HU – Hounsfield Unit), bem como o desvio padrão dos dados da imagem por meio do aplicativo ImageJ. Foi observada uma distribuição homogênea das densidades tanto do solo como dos agregados para ambos os tratamentos ao longo do perfil, porém com maiores valores de HU para o G28. Assim como, os valores de desvio padrão foram mais variáveis para o G28, o que representa sua heterogeneidade interna da estrutura do solo. O gesso empregado no sistema de manejo em estudo promoveu uma nova organização da estrutura do Latossolo.

Termos de indexação: tomografia de raios-X; densidade de agregados, sistema conservacionista de manejo.

INTRODUÇÃO

A estrutura do solo é considerada um importante parâmetro que descreve a sua qualidade, o que afeta não só a trafegabilidade, a trabalhabilidade e a retenção de água; mas também influencia a interação solo-planta, como o desenvolvimento

radicular das culturas e o fluxo de água e ar (Sander et al., 2008).

Os sistemas de manejo agrícola estão intimamente associados a essas mudanças na interação solo-planta, na tentativa de promover um ambiente mais favorável ao desenvolvimento da planta e, conseqüentemente elevação dos índices produtivos.

No entanto, muitos sistemas de manejo utilizam práticas de preparo primário e secundário do solo, que num primeiro momento promovem a elevação da porosidade, porém favorecem a degradação da estrutura do solo em diferentes níveis ao longo do tempo. Desde a década de 70 vem sendo empregado sistemas de manejo do solo que utilizam práticas que conservam e/ou melhoram a qualidade física e química do solo. Temos como exemplo, o caso de um novo sistema de manejo do solo para o cultivo de cafeeiros, que emprega práticas mecânicas (terraços), vegetativas (manutenção de Brachiária na entrelinha) e edáficas (construção da fertilidade do solo com uso de altas doses de gesso aplicada na superfície do solo [28Mg ha⁻¹]) (Serafim et al., 2011; Carducci et al., 2014).

Este sistema está apresentando resultados benéficos ao desenvolvimento da cultura com promoção da produtividade do cafeeiro, devido às melhorias físicas que o mesmo proporciona. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do gesso na alteração da estrutura de um Latossolo submetido a um sistema de manejo conservacionista do solo para cultivo de cafeeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O estudo foi conduzido em lavoura experimental localizada no município de São Roque de Minas, região fisiográfica do Alto São Francisco, MG, com as coordenadas: 20°15'45" S e 46°18'17" W e 850m altitude. O experimento foi instalado em novembro/2008, e vem sendo conduzido de acordo com as premissas de um sistema de manejo



conservacionista do solo. O clima da região é caracterizado como Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação anual de 1.344 mm e estação seca bem definida entre os meses de maio e setembro.

O solo em estudo foi descrito e classificado de acordo com a Embrapa (2013) como: Latossolo Vermelho Distrófico típico muito argiloso (819; 157; 24 g kg⁻¹, argila, silte e areia, respectivamente) e de mineralogia gibbsítica (Gb: 58.53%, Ct: 22.55%).

O sistema em estudo é composto por: práticas de conservação do solo e água como: uso de terraços em áreas de alta declividade; formação de pequenos terraços ao pé da planta; tratos culturais realizadas via tração animal (prática mecânica); a manutenção de uma cultura de cobertura (*Brachiaria decumbens* – Syn. *Urochloa*) nas entrelinhas do cafeeiro (prática vegetativa); preparo profundo na linha de plantio (0,60 m de profundidade e 0,50 m de largura); construção de fertilidade até 0,60 m de profundidade; utilização de altas doses de gesso (28 Mg ha⁻¹) adicionado a superfície do solo (práticas edáficas).

A lavoura foi formada com a cultivar Catucaí amarelo (*Coffea arabica* L.), plantada em espaçamento de 0,65 x 2,50 m, entre a segunda quinzena de outubro e na primeira metade de novembro de 2008 (Serafim et al., 2011; Carducci et al., 2014).

Amostragem e análises do Latossolo

Para esse estudo foram selecionados os seguintes tratamentos: G0 – ausência de gesso adicional e G28 – 28Mg ha⁻¹ gesso adicional aplicado na superfície na linha de plantio (Carducci et al., 2014).

Em ambos os tratamentos foram abertas três trincheiras longitudinais a linha, onde se coletaram amostras de solo com estrutura preservada em cilindros de acrílico (0,006 m diâmetro x 0,14 m altura), no centro da entre plantas logo abaixo da camada de gesso a 0,20-0,34m de profundidade. As amostras foram secas a 40° C em estufa por 72 horas para minimizar possíveis interferências dos filmes de água na atenuação de raios-X. Para a geração de imagens as amostras foram escaneadas a 0.0035 m de altura (distância em lag) no centro da amostra, por meio de um tomógrafo EVS/GE MS8X-130 (tubo de raios-X de tungstênio 120 kV, 170mA, 3500 Ms exposição) pré-clínico de terceira geração, com raio cone, mantido no Laboratório de imagem de Solo da Universidade de Guelph, Ontario, Canada.

Foram geradas projeções axiais 2D escaneadas a 20µm de resolução espacial, a partir destas,

subvolumes da imagem foram selecionados e reconstruídos a 60 µm de resolução espacial (666 voxel x 666 voxel x 550 fatias) com auxílio do programa “eXplore Reconstruction Utility” (GE Healthcare 2006). As imagens foram calculadas em unidades tomográficas, Hounsfield Unit (ar [-1000 UH] e água [0 UH]). Os procedimentos de binarização (*Threshold*) foi feita no NIH ImageJ com base no trabalho de Schlüter et al. (2010), que emprega o reconhecimento das bordas dos poros detectáveis pelo método de Laplacian “imagem semente” (seeded-region-growing).

Análise estatística

Com o ImageJ (Rasband 2012), através da ferramenta stacks z – profile, foi calculada a densidade do solo (Ds), o desvio padrão e, a densidade de agregados (Dsagregados) das imagens binárias (550 fatias por imagem) que continham 16 bits de resolução radiométrica, em unidades tomográficas (HU).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição vertical da densidade do solo (Ds), a densidade de agregados (Dsagregados) e seus desvios padrões, obtidos a partir dos dados tomográficos das imagens do G0 e G28 apresentaram características diferentes (Figura 1).

Ambos os tratamentos apresentaram uma distribuição homogênea das Ds ao longo da profundidade avaliada (lag, mm), entretanto, para o G28 obteve-se maiores valores de atenuação de raio-X em HU, bem como maiores valores de desvios padrão (stdv).

O desvio padrão dos valores de atenuação representa a variância da escala de cinza dos pixels, que foi calculada em cada fatia gerada (550 fatias), e esta avaliou a heterogeneidade interna dos dados, no caso deste estudo, da organização estrutural interna do Latossolo submetido a um sistema de manejo que usa 7 kg m⁻¹ de gesso aplicado em superfície.

Esses valores de stdv indicam o domínio de elementos estruturais do solo, como os macroporos ou agregados de diferentes tamanhos relativos, formando a estrutura. Altos valores de stdv indicam a presença de camadas compactas ou segregadas, que pode ser caracterizada pela composição da matriz do solo (fase sólida), agregados e macroporos, baixos valores de stdv analogamente indicam ausência de algum desses componentes estruturais (Sander et al., 2008).

Vale ressaltar, que os valores de atenuação não permitem calcular a exata Ds, pois este contabiliza



os efeitos combinados da composição volumétrica do solo (fase sólida, líquida e gasosa). No entanto, as amostras de solo foram secas em estufa a 40°C por 72 horas para minimizar esse efeito dos filmes de água ao redor dos agregados, porém continuou presente na amostra a água higroscópica.

O sistema de manejo que emprega práticas de conservação do solo associada à alta dose de gesso (prática edáfica) modificou a organização estrutural do Latossolo como pode ser observado na Figura 1. Embora os valores de atenuação tenham sido muito próximos entre o G0 e o G28, isso não significa que houve um aumento maléfico da Ds no G28, visto que Carducci et al., (2014), verificou em análises tomográficas que a porosidade de ambos os solos é relativamente elevada, especialmente no G28, que apresentou um maior volume de poros entre o intervalo de 1 a 0,2mm de diâmetro, ou seja os poros interagregados.

O gesso, como fornecedor de cálcio (Ca^{2+}) – um dos principais floculadores dos agregados - pode ter promovido a estabilização da nova estrutura formada, a posteriori do revolvimento intenso realizado na linha de plantio, como está representado pelos valores de Dsagregados (Figura1) o que, como hipótese, pode ter promovido um maior número de agregados novos de um tamanho específico.

CONCLUSÕES

O gesso empregado no sistema de manejo em estudo promoveu uma nova organização da estrutura do Latossolo.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo financiamento da investigação; a UFLA pelo apoio institucional; a Empresa AP pelo apoio técnico e logístico, ao Consórcio Embrapa Café pelo empréstimo do veículo; ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos no período do doutorado.

REFERÊNCIAS

SANDER, T.; GERKE, H.H. & ROGASIK, H. Assessment of Chinese paddy-soil structure using X-ray computed tomography. *Geoderma* 145:303–314, 2008.

CARDUCCI, C.E.; OLIVEIRA, G.C.; CURI, N.; HECK, R.J.; ROSSONI, D.F.; DE CARVALHO, T.S. & COSTA, A.L. Gypsum effects on the spatial distribution of coffee roots and the pores system in

oxidic Brazilian Latosol. *Soil & Tillage Research* 145: 171–180,2014.

SERAFIM, M.E., OLIVEIRA, G.C., OLIVEIRA, A.S., LIMA, J.M., GUIMARÃES, P.T.G. & COSTA, J.C. Sistema conservacionista e de manejo intensivo do solo no cultivo de cafeeiros na região do Alto São Francisco MG: um estudo de caso. *Bioscience Journal*, 27:964–977, 2011.

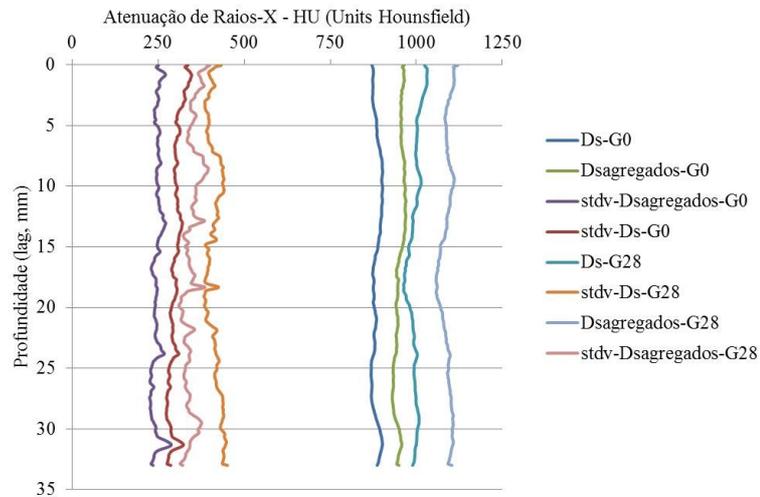


Figura 1 – Valores médios de atenuação de raios-X em Unidade de Hounsfield (HU) referentes à profundidade de 0,20-0,34 m para a densidade do solo (Ds) e densidade de agregados (Dsagregados) com seus respectivos desvios padrões (stdv) para os tratamentos G0: ausência de gesso adicional e G28: 28 Mg ha⁻¹ de gesso adicional aplicado na superfície do solo na linha de plantio.