



Micromorfometria dos poros do solo sob sistema de preparo por canteirização

Laura Fernanda Simões da Silva^(1*); Daniel Carmignani Grisotto⁽²⁾; Nayana Alves Pereira⁽³⁾; Gustavo de Godoy⁽⁴⁾; Miguel Cooper⁽⁵⁾

⁽⁴⁾ Universidade de São Paulo; Piracicaba, SP, Brasil, C.P. 09 – 13418- 900 (*gustavodegodoy@usp.br).

^(1,2,3,4,5) Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), Piracicaba, SP, Brasil, C.P. 09 – 13418- 900

RESUMO: A estrutura é um dos principais atributos da qualidade do solo agrícola pois é o que define o sistema poroso e, conseqüentemente, condiciona a dinâmica de fluidos que ocorre no interior do mesmo. O objetivo da pesquisa foi o de avaliar por meio de análises micromorfológicas as alterações na estrutura de um NITOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO LATOSSÓLICO, cultivado com cana-de-açúcar sob Preparo Profundo Canteirizado (PPC) e Preparo Convencional (PC). Para o estudo micromorfológico, em cada sistema de preparo, foram extraídas amostras de solo para confecção de blocos em cinco profundidade, 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 cm. Para a realização de análises micromorfológicas, a quantificação e caracterização da área ocupada por poros (ATP), foi realizada tanto na região de desenvolvimento da cultura (canteiro) quanto na área de passagem do rodado. Foi possível observar uma maior ATP no canteiro do tratamento do PPC, proporcionado pelo implemento, em relação ao PC, assim como uma maior participação de poros grandes complexos frente a poros de menor tamanho e arredondados. Os resultados das análises micromorfológicas qualitativa forneceram informações detalhadas acerca da microestrutura com destaque nas variações no formato e distribuição do tamanho dos poros em cada sistema de preparo e profundidade, demonstrando resultados mais favoráveis sob PPC.

Termos de indexação: cana de açúcar, poros complexos, estrutura do solo.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura agrícola de grande importância para o Brasil, ocupando uma área de 10.241,7 mil ha, com uma produção de 633.261,9 mil Mg na safra 2017/2018 (CONAB, 2018), colocando-o como país destaque nas primeiras posições como produtor mundial nos diversos produtos obtidos através do seu cultivo.

O uso intenso de máquinas e implementos no cultivo da cana-de-açúcar modifica os atributos do solo em relação ao seu estado natural causando a compactação, rearranjo e conseqüente redução dos

poros no solo, podendo ocasionar problemas ambientais e agrônômicos, além de afetar a infiltração de água no solo, a redução da difusão de gases e, conseqüentemente, a absorção de nutrientes pelas plantas (KELLER; LAMANDÉ, 2010).

A tendência no preparo do solo é a adoção crescente de práticas como canteirização permanente, controle de tráfego, preparo mais profundo, plantio direto e o planejamento da conservação do solo (MARIA et al., 2016).

A canteirização é uma alternativa para o controle de tráfego na cultura sendo que, nessa técnica, o preparo do solo é realizado em canteiros, com diminuição da área submetida ao tráfego agrícola (MARASCA, 2014).

Diante do exposto, conhecimentos sobre a porosidade do solo são importantes para a definição da qualidade do solo, uma vez que são nos poros em que ocorrem os processos associados aos fluxos de água, gases e calor e para tanto, a mesma não pode ser tratada e quantificada apenas como um número, mas deve ser avaliada em relação à sua capacidade de realizar essas funções (MENEZES et al., 2018).

Neste contexto o presente trabalho teve por objetivo principal avaliar por meio de análises micromorfológicas, as alterações na estrutura de um Nitossolo Vermelho Eutrófico latossólico, cultivado com cana-de-açúcar sob Preparo Profundo Canteirizado (PPC) e Preparo Convencional (PC).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Piracicaba, na fazenda experimental da Agência Paulista de Tecnologia Agrícola (APTA), situada entre as coordenadas 22°41'04" S e 47°38'52" O a 550 m de altitude. O solo da área é classificado como Nitossolo VERMELHO EUTRÓFICO LATOSSÓLICO, A moderado, textura muito argilosa (Santos et al., 2018).

A área experimental de 3,5 hectares é dividida em três glebas, sendo duas glebas com aproximadamente 0,70 ha cada, com 120 m de comprimento e 50 m de largura, caracterizadas pelos tipos de preparo do solo: Preparo Profundo



Canteirizado (PPC) e Preparo Convencional (PC) e uma área de referência com aproximadamente 0,5 hectares composta por vegetação de bambu (Testemunha). O PPC foi realizado em julho de 2013 com o implemento comercialmente chamado de Penta, da empresa Mafes Agromecânica. O preparo dos canteiros (linha de plantio) foi realizado utilizando-se o canteirizador com haste profunda 15 dias antes do plantio, na ocasião aplicou-se 2 t.ha⁻¹ de calcário a 0,4 m de profundidade e 0,8 t.ha⁻¹ de calcário a 0,8 m de profundidade. Já o PC foi realizado em área total em junho de 2013 utilizando uma grade aradora da marca Tatu com 20 discos de 24 polegadas para incorporação do corretivo (calcário) e grade niveladora para quebra dos torrões. A profundidade de operação variou entre 0,2 e 0,3 m.

Uma área com vegetação de bambu próxima do experiente e sob o mesmo tipo de solo foi utilizada como área testemunha e caracteriza-se por não apresentar atividade antrópica nos últimos 60 anos.

O experimento foi implantando com o plantio da variedade IAC SP 95-5000, no período de julho a agosto de 2013 em espaçamento duplo de 0,9 m por 1,5 m.

Foram extraídas amostras indeformadas com o uso de caixas de papel carta de 12 x 7 x 5 cm de espessura em cinco profundidades, tanto nas linhas de cana-de-açúcar, chamada de região central do canteiro, quanto nas entrelinhas, chamadas de rua em ambos os tratamentos e na área testemunha. As profundidades foram de 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 e com isso teve-se um total de 25 amostras. Os blocos de solo foram impregnados segundo metodologia estabelecida por Murphy (1986), adicionando-se um pigmento fluorescente. O espaço poroso foi quantificado através de imagens digitais obtidos a partir dos blocos impregnados e polidos. Esta aquisição foi realizada utilizando uma lupa binocular com polarizador e uma câmera fotográfica digital, em sistema "charged couple device" (CCD) acoplada e luz ultra-violeta. As imagens foram processadas utilizando o programa de análise de imagens Noesis Visilog® e binarizadas para ressaltar as diferenças entre forma e tamanho dos poros da matriz do solo.

O processo de classificação e quantificação da porosidade total foi realizado segundo os critérios definidos por (COOPER; VIDAL-TORRADO) e (COOPER et al., 2016), sendo otimizada por macros desenvolvidas em linguagem Visual Basic no Microsoft® Excel.

Os poros foram divididos em três grupos de acordo com sua forma: arredondados (canais e cavidades isoladas), alongados (fissuras) e complexos (empacotamento).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da porosidade do solo e a forma de

cada tipo de poros nos blocos permitiram observar, em termos de área ocupada por poros (porcentagem), alterações importantes em cada um dos preparos e profundidades analisadas (**Figura 1 e Figura 2**). Observa-se que para o perfil testemunha uma diminuição da (ATP) com o aumento da profundidade (Error! Reference source not found.1a e Error! Reference source not found.1b), sendo que para a amostra coletada na camada superficial de 0-20 cm a ATP foi de 30,29% e na amostra de maior profundidade, de 80-100 cm, o espaço poroso correspondeu a 15,16% da área da amostra, resultando em um fator de redução de 50%. Essa diminuição da porosidade se mostrou gradual no perfil, sendo que as áreas totais ocupadas por poros das camadas 20-40 cm e 40-60 cm foram bastante semelhantes, 23,96% e 21,51% respectivamente. Também na testemunha, percebe-se uma diminuição acentuada nos valores da porosidade representada por poros complexos de tamanho grande em profundidade, sendo que na camada superficial esses eram de 25% e na camada mais subsuperficial os valores caíram para 5,58%. Com isso, teve-se também uma redução na participação dessa classe de poro na porosidade total do solo, diminuindo de 83,33% para 39%.

No PC nota-se, tanto na região do canteiro (**Figura 1a, Figura 1b**) quando no rodado (**Figura 2a, Figura 2b**), aumentos na área total ocupada por poros de forma praticamente constante no perfil da superfície às camadas mais profundas.

No PC no canteiro (**Figura 1a, Figura 1b**), a profundidade da camada de 0-20 cm apresentou uma área total ocupada por poros de 8,03% e na camada de 60-80 cm, a área total foi de 16,13%, correspondendo a um fator de aumento nessa região do perfil de 2,01. Nas camadas de 20-40 cm, 40-60 cm e 60-80 cm do canteiro, as porosidades foram de 10,38%, 15,35%, respectivamente. Nesse caso, nota-se que o canteiro apresentou porosidades menores nas camadas de 0-60 cm em relação à testemunha. Porém, a partir de 60 cm, não é mais observado o efeito do preparo do solo e tráfego de máquinas, com a porosidade voltando a níveis similares a área não alterada.

Na região analisada do rodado do preparo convencional (**Figura 2a, Figura 2b**), a área total ocupada por poros nas diferentes camadas foi bastante similar às camadas do perfil do canteiro, sendo de 9,20% na camada de 0-20 cm de e de 15,55% na camada de 60-80 cm, com um aumento praticamente constante no perfil. Entretanto, nota-se que mesmo com áreas totais de poros semelhantes, as participações nas classes de forma de poros apresentaram reduções nas quantidades dos complexos e um aumento nas participações de poros arredondados e alongados na região da rua.



Analisando a região central do canteiro do PPC (**Figura 1a, Figura 1b**), a área total ocupada por poros se mostrou bastante homogênea nas camadas de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, representadas por 18,37%, 19,5% e 19,56% respectivamente, corroborando os dados de Marasca (2014) que encontrou menores valores de compactação nessa região sem tráfego em área com utilização do Penta, indicando a maior presença de poros no solo, como consequência da atuação da enxada rotativa e do subsolador em relação ao preparo convencional. Também foi possível analisar que nessas camadas de 0 a 60 cm, no PPC, há uma grande participação das diferentes classes de poros, principalmente complexos grandes e poros arredondados. De acordo com Momoli e Cooper (2016), a classe de poros arredondados prejudica a infiltração da água no solo devido a ausência de conexão entre os poros, enquanto os poros complexos, indicam boa interconexão entre os poros, promovidos por matéria orgânica e desenvolvimento de raízes no perfil do solo (GENNARO et al., 2015). Na camada de 0-20 cm, os poros arredondados corresponderam a 43,2% do total da área ocupada por poros, ou 7,9% da área da imagem e os poros grandes complexos nessa camada, corresponderam a 40,1% da área total ocupada por poros. Nas camadas de 20-40 cm e 40-60 cm, os poros complexos passaram a ser predominantes na ATP, correspondendo a 48,4% e 49,6%.

Já na camada de 60-80 cm, onde ocorreu um decréscimo da ATP em relação ao restante do perfil, muito se deu por conta da grande redução da presença de poros complexos, caindo para 3,6% da imagem ou 23,2% da participação na ATP. Em contrapartida, ocorre um aumento na participação de poros arredondados, indo para 68,5% da área total ocupada por poros.

Analisando de forma comparativa os diferentes tratamentos, vê-se nos canteiros maiores valores de áreas totais ocupadas por poros nas camadas de 0 a 60 cm na área do PPC, de forma mais acentuada nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm, ocasionada por conta da ação desestruturante da enxada rotativa no solo, que promove uma maior porosidade inicial em relação ao PC. Na camada de 60-80 cm os valores encontrados já são bastante similares na área total ocupada por poros (15,44% no preparo profundo canteirizado e 16,35% no preparo convencional), porém com um valor um maior na presença de poros arredondados no preparo profundo canteirizado (68,5%), frente ao convencional (58%). Já o valor mais elevado da camada 80-100 cm do PPC em comparação ao PC, de 24,4% e 18,76% aumenta a evidência de ser uma característica local do tratamento. Comparando também as ruas dos dois tratamentos, não foi

possível identificar alterações significativas nas ATPs nesse primeiro momento.

CONCLUSÕES

Na área em que foi realizado PPC, foram encontrados maiores valores ATP (%) em relação ao PC na região central do canteiro. Tal aumento, influenciado pelo sistema de preparo, foi encontrado nas camadas de 0 a 60 cm de profundidade, sendo uma consequência da ação da enxada rotativa e do subsolador do implemento utilizado.

Nas camadas de 0-40 cm, foram constatadas a presença de uma maior participação de poros grandes do tipo complexo no PPC.

REFERÊNCIAS

Boletim CONAB. Cana-de-açúcar: Acompanhamento da safra brasileira - safra 2018/19. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/BoletimZCanaZ2ZLevantamentoZ18-19.pdf>. Acesso em 17/10/18.

COOPER, M. et al. Software for micromorphometric characterization of soil pores obtained from 2-d image analysis. *Scientia Agricola* 73: 388–393, 2016.

COOPER, M. et al. Origin of microaggregates in soils with ferrallic horizons. *Scientia Agricola*, 62: 256–263, 2005.

GENNARO, L. A. et al. Estrutura do solo sob feijão irrigado e diferentes manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39: 608-614, 2015.

KELLER, T.; LAMANDÉ, M. Challenges in the development of analytical soil compaction models. *Soil and Tillage Research*, v. 111, n. 1, p. 54–64, 2010.

LIMA, C. C. D. E. Canteirização com preparo convencional e profundo do solo para cana-de-açúcar: atributos físicos e sistema radicular. [s.l.] Instituto Agronômico de Campinas, 2016.

MARIA, I. C. DE et al. Recomendações Gerais para a Conservação do Solo na Cultura da Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2016.

MARASCA, I. Avaliação dos atributos físicos de um argissolo cultivado com cana-de-açúcar em área com adequação de relevo, utilizando equipamento de preparo profundo e canteirizado do solo. [s.l.] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2014.

MENEZES, A. S. et al. Functionality of the porous network of Bt horizons of soils with and without cohesive character. *Geoderma*, 313: 290–297, 2018.

MOMOLI, R. S. et al. Erosão hídrica em solos cultivados e sob mata ciliar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1295-1305, 2016.



MURPHY, C.P. Thin section preparation of soils and sediments. AB Academic Publishers. Berkhamsted, Herts, U.K. 1986. 149p.

REZANEZHAD, F. et al. Examining the effect of pore size distribution and shape on flow through unsaturated peat using 3-D computed tomography. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 6: 3835–3862, 2009.

SANTOS, H. G. dos. et al. Sistema brasileiro de classificação dos solos. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Figura 1 – Imagens binárias caracterizando a área total de poros (ATP) da região abaixo da planta do perfil da Testemunha, Preparo Convencional e Preparo profundo canterizado. (a porosidade aparece em branco e a fase sólida em preto).

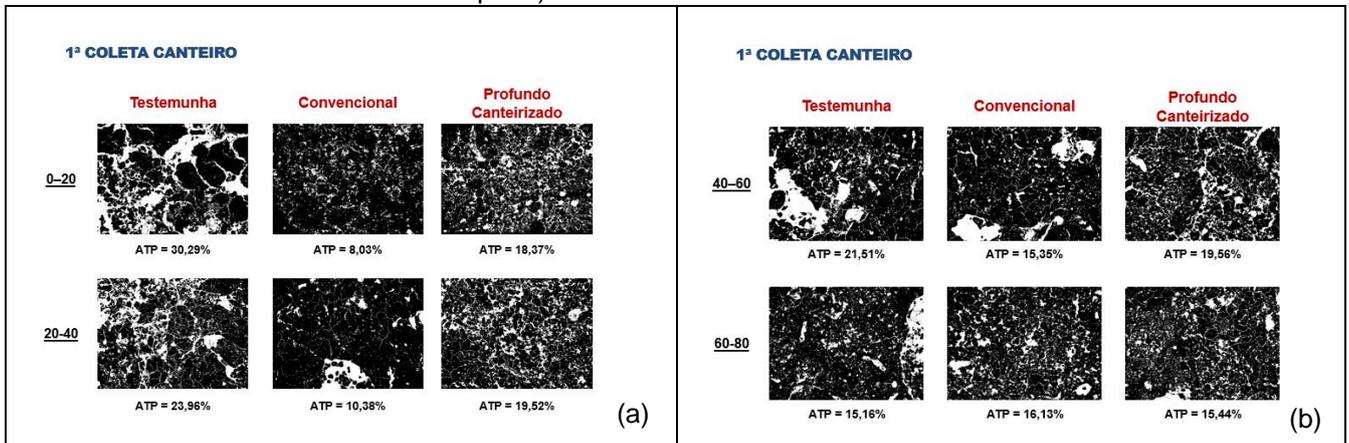


Figura 2 – Imagens binárias caracterizando a área total de poros (ATP) da região do rodado do perfil da Testemunha, Preparo Convencional e Preparo profundo canterizado. (a porosidade aparece em branco e a fase sólida em preto).

