



Qualidade física do solo cultivado com hortaliça irrigada sob plantio direto na região do Triângulo Mineiro⁽¹⁾

Beatriz de Nadai Gasparini⁽²⁾; José Luiz Rodrigues Torres⁽³⁾; Kairon Regis Siqueira de Sousa⁽²⁾; Jessica Oliveira Pessoa⁽²⁾; Ana Carolina Marques Mendonça Silva⁽²⁾; Dinamar Márcia da Silva Vieira⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da Fapemig.

⁽²⁾Estudante de graduação do Curso de Agronomia, bolsistas de Iniciação Científica PIBIC/Fapemig, Fapemig, PIBIC/IFTM Institucional do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba. Rua João Batista Ribeiro, 4000, bairro Mercês, Uberaba-MG, CEP 38064-790. E-mail: beatrizgasparini@gmail.com; ⁽³⁾Professor Titular, Doutor em Produção Vegetal do IFTM Campus Uberaba; ⁽⁴⁾Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo IFTM Campus Uberaba.

RESUMO: Alguns estudos tem evidenciado que o sistema de plantio direto (SPD) altera a qualidade estrutural do solo à medida que os cultivos se sucedem, isto ocorre devido ao não revolvimento, ao continuo aporte de material orgânico deixado na superfície e a ação benéfica das raízes das plantas. Neste estudo objetivou-se avaliar as alterações ocorridas nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho três anos após a implantação do SSD. Com delineamento de blocos ao acaso, sendo 4 tipos de cobertura: milheto, crotalária juncea, braquiária, e crotalária + milheto, avaliou-se a densidade do solo (Ds), umidade volumétrica (Uv), macroporosidade (Ma), microporosidade (mi) e Porosidade total (PT) em quatro profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m), enquanto que para resistência mecânica penetração (RP) foram seis profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40; 0,40-0,50 m, 0,50-0,60 m), todos com 3 repetições, em parcelas com área de 20 m² (4,0x5,0 m). Observou-se que a densidade do solo se correlacionou negativamente com todos os outros parâmetros avaliados e mostrou ser um bom indicador da qualidade do solo. Nas áreas com cobertura de milheto, crotalária e braquiaria os níveis observados de resistência à penetração estão acima de 2 MPa e pode estar limitando o crescimento radicular.

Termos de indexação: Compactação, densidade, macro e microporosidade.

INTRODUÇÃO

A qualidade física dos solos agrícolas pode ser afetada pelo sistema de manejo, contudo, esta qualidade não pode ser medida diretamente, mas pode ser inferida a partir de alguns atributos físicos que naturalmente são utilizados como indicadores da qualidade do solo, sendo que estes devem ter sensibilidade ao manejo numa escala de tempo que permita a verificação de suas alterações.

Alguns estudos tem evidenciado que o sistema

de plantio direto (SPD) altera a qualidade estrutural do solo à medida que os cultivos se sucedem, isto ocorre devido ao não revolvimento, ao continuo aporte de resíduos na superfície do solo e as raízes das plantas (Torres et al., 2014). Braquiária, crotalária, milheto e pousio (vegetação espontânea) são as coberturas mais utilizadas no Cerrado, que além de aportar quantidades consideráveis de nutrientes ao solo, ainda auxiliam na descompactação, pois tem sistema radicular vigoroso, além de atuar na agregação das partículas do solo (Pacheco et al., 2011; Assis et al., 2013).

Dentre os atributos físicos mais utilizados para indicar as alterações ocorridas nos atributos físicos do solo estão a densidade do solo (Ds), agregação, resistência mecânica do solo à penetração (RP), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (PT) e estabilidade de agregados (EA) (Pezarico et al., 2013).

O monitoramento destes atributos antes e depois de iniciado as atividades numa área agrícola são ferramentas imprescindíveis ao planejamento das atividades a serem adotadas, pois estes parâmetros variam de acordo com o manejo do solo e que avaliados continuamente permitem monitorar a eficiência sistema de manejo adotado. Além disso, podem-se definir níveis a partir dos quais o solo está compactado e requer medidas corretivas, para garantir o bom desenvolvimento das culturas.

O conteúdo de água na capacidade de campo é considerado ideal para a determinação da RP, condição em que é obtida melhor correlação com a DS e o crescimento radicular, sendo a sua influência maior em solos mais argilosos (Arshad et al., 1996). Silva et al. (2008) destacam que 2,0 MPa de RP no solo têm o limite crítico para o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas. Neste estudo objetivou-se avaliar as alterações ocorridas nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho três anos após a implantação do SSD.



MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba, localizado nas coordenadas 19°39'19" Sul e 47°57'27" Oeste e altitude aproximada de 795 metros, em uma área que é feito plantio direto irrigado de hortaliças há três anos.

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, com precipitação media anual de 1600 mm e temperatura de 22,6°C.

O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho, textura media, com 210 g kg⁻¹ de argila, 710 g kg⁻¹ de areia e 80 g kg⁻¹ de silte na camada de 0,0-0,20 m.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4x4), sendo 4 tipos de cobertura: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.); braquiária (*Urochloa brizantha* cv *Marandú*), milheto ADR 500 (*Pennisetum glaucum* L.) e pousio (vegetação espontânea com predomínio de Poáceas), em quatro profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m) para densidade do solo (Ds), umidade volumétrica (Uv), macroporosidade (Ma), microporosidade (mi) e Porosidade total (PT). Para resistência mecânica penetração (RP) avaliou-se seis profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40; 0,40-0,50 m, 0,50-0,60 m), com 4 repetições, em parcelas com área 4,0 x 5,0 m.

As coberturas foram semeadas em novembro/2012 e manejadas em março/2013, a seguir coletou-se amostras para determinação da biomassa seca (BS) numa área de 2 m² por parcela.

Para avaliar a RP utilizou-se um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de ponteira cônica de 30°. Em cada parcela realizou-se três determinações da RP nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40; 0,40-0,50 m, 0,50-0,60 m. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos (dm⁻¹), transformados em kgf cm⁻² através da equação $R(kgf\ cm^{-2}) = 5,6 + 6,98 N$. Os valores foram multiplicados pela constante 0,098 e transformados em MPa (Arshad et al., 1996). A Ds foi determinada pelo método do anel volumétrico.

Para avaliação da quantidade de água existente no solo, foram coletadas amostras com trado holandês nas mesmas profundidades, que logo após coletadas foram pesadas para obtenção de massa úmida e colocadas em estufa a 105 °C por 24 horas, a seguir pesadas para obtenção da seca.

A distribuição de poros por tamanho foi determinada em amostras com estrutura inderfomada, previamente saturadas por 24 horas,

utilizando uma unidade de sucção a 0,60 m de altura de coluna de água. A macroporosidade (Ma), volume total de poros (VTP) e a microporosidade (Mi) foram determinadas segundo Embrapa (1997).

Foi realizada a análise de variância com o programa estatístico SISVAR, aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados observou-se que a produção de biomassa seca (BS) na área com milheto e pousio (8,6 t ha⁻¹) foram superiores (p<0,05) comparados a braquiária (6,5 t ha⁻¹) e crotalária (4,6 t ha⁻¹). Contudo, em outros estudos conduzidos no mesmo período de semeadura e região tem-se observado produção de BS acima de 10,0 t ha⁻¹ para milheto e abaixo de 6,0 t ha⁻¹ para o pousio (Assis et al., 2013).

Analisando os valores obtidos para as variáveis analisadas (Ma, Mi, PT, RP, Ds e Uv) avaliadas sobre as diferentes coberturas vegetais, observou-se que somente ocorreram diferenças significativas para o parâmetro resistência à penetração, nas áreas com cobertura de milheto, crotalária e braquiária, onde os maiores valores foram observados nas profundidades entre 0,10 - 0,20 cm (**Tabela 1**). Graficamente (**Figura 1**) observa-se que na área onde continha a cobertura de milheto, a resistência à penetração atingiu 5,30 MPa, estando este valor bem acima do limite considerado crítico por para estudos citados na literatura.

A Ds apresentou correlações negativas e significativas com as outras variáveis (RP, UV, Ma, MI e PT0 (p<0,01), três anos após a implantação do SSD. A Ma se correlacionou (p<0,01) com Mi e Uv, enquanto que Mi com PT, RP e Uv, além de PT com Uv e RP com Uv (**Tabela 2**). Estas correlações comprovam a influência de algumas variáveis sobre as outras, por isso mesmo estão interligadas.

As poucas alterações ocorridas nos atributos avaliados podem ser justificadas pelo curto período de implantação do SPD na área, de apenas três anos, pois inicialmente foi feito um preparo convencional do solo antes de implantar o sistema, mesmo assim pode-se observar que houve alterações nos valores de RP para as três coberturas avaliadas (milheto, crotalária e braquiária), talvez porque o solo esteja passando por um processo de reestruturação de suas partículas.

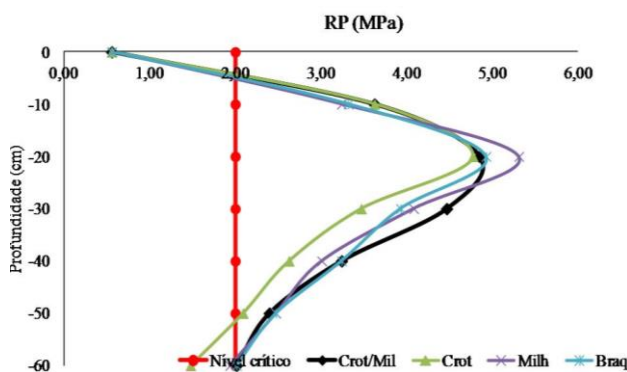


Figura 1. Resistência mecânica a penetração em áreas sob semeadura direta há três anos, no Cerrado mineiro.

Segundo Lago et al. (2012) após 3 a 4 anos da implantação do SSD é comum os solos apresentarem maiores valores de D_s e M_i na camada superficial e menores valores de M_a e P_T , quando comparados com os solos em sistema convencional. Estes autores afirmam que isto ocorre devido ao arranjo natural do solo não mobilizado e pela pressão provocada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas mais pesados.

Com relação à D_s , a correlação significativa ($p < 0,05$) e negativa com os outros parâmetros avaliados evidencia a importância deste atributo como indicador de qualidade do solo, pois é um componente sensível às alterações causadas pelo manejo. Mesmo assim, os valores obtidos para D_s , ainda estão abaixo do limite crítico para o desenvolvimento das culturas de $1,60 \text{ kg dm}^{-3}$ (Silva & Rosolem, 2005).

Os valores de RP podem ser considerados muito altos, de acordo com classificação de Arshad et al. (1996), que já está causando efeitos restritivos ao crescimento das plantas, como destacado por alguns autores e amplamente aceito no meio científico, que afirmam que a resistência à penetração limitante ao crescimento radicular é de 2,0 MPa (Silva et al., 2008) (Figura 1).

CONCLUSÕES

A D_s se correlacionou negativamente com todos os outros parâmetros avaliados e mostrou ser um bom indicador em reação à qualidade do solo.

Nas áreas com cobertura de milho, crotalária e braquiária os níveis observados de RP já estão acima de 2 MPa, que pode estar limitando o crescimento radicular.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o IFTM Campus Uberaba pela infraestrutura disponibilizada, a Fapemig pela bolsa de Iniciação Científica e aos amigos e servidores pelo auxílio nas atividades realizadas.

REFERÊNCIAS

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America Journal, p.123-141, 1996.

ASSIS, R.L.; OLIVEIRA, C.A.O.; PERIN, A.; SIMON, G.A.; SOUZA JUNIOR, B.A. Produção de biomassa, acúmulo de nitrogênio por plantas de cobertura e efeito na produtividade do milho safrinha. Enciclopédia Biosfera, 9: 1769-1775, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro). Manual de Métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

LAGO, W.N.M. ; LACERDA, M.P.C. ; NEUMANN, M .R.B. Indicadores de qualidade dos solos na microbacia do Ribeirão Extrema, DF: R. Br. Eng. Agríc. Amb., 16: 721-729, 2012.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. Pesq. Agr. Bras., 46: 17-25, 2011.

PEZARICO, C.R.; VITORINO, A.C.T.; MERCANTE, F.M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. R. Ci. Agron., 56: 40-47, 2013.

SILVA, R. H. & ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. R. Bras. Ci. Solo, 25:253-260, 2005.

SILVA, G.J.; VALADÃO JÚNIOR, D.D.; BIANCHINI, A.; AZEVEDO, E.C.; MAIA, J.C.S. Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho do cerrado Matogrossense sob diferentes formas de uso. R. Br.Ci. S., 32: 2135-2143, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; CUNHA, M. A.; VIEIRA, D. M. S. & RODRIGUES, E. S. Produtividade do milho cultivado em sucessão a crotalária, milheto e braquiária no cerrado mineiro. Enciclopédia Biosfera, 18: 2482-2491, 2014.



Tabela 1. Valores de resistência a penetração (RP), densidade do solo (Ds) e Umidade volumétrica (Uv), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e porosidade total (PT) num Latossolo Vermelho, após três anos de semeadura direta, em Uberaba-MG.

| Cobertura m | RP MPa | Ds kg dm ⁻³ | Uv cm ³ cm ⁻³ | Ma | Mi % | PT |
|----------------|-----------|---------------------------|--|---------|---------|---------|
| Pousio | | | | | | |
| 0-0,10 | 3,62 a | 1,48 a | 0,16 a | 27,42 a | 12,40 a | 39,81 a |
| 0,10-0,20 | 4,23 a | 1,41 a | 0,15 a | 37,73 a | 11,23 a | 48,96 a |
| 0,20-0,30 | 4,46 a | 1,44 a | 0,16 a | 35,25 a | 9,22 a | 44,46 a |
| 0,30-0,40 | 3,24 a | 1,52 a | 0,16 a | 33,12 a | 8,41 a | 41,53 a |
| Milheto | | | | | | |
| 0-0,10 | 3,24 c | 1,50 a | 0,16 a | 35,47 a | 4,98 a | 40,45 a |
| 0,10-0,20 | 5,30 a | 1,52 a | 0,16 a | 32,60 a | 5,71 a | 38,30 a |
| 0,20-0,30 | 4,08 b | 1,50 a | 0,16 a | 36,04 a | 6,30 a | 42,34 a |
| 0,30-0,40 | 3,01 c | 1,52 a | 0,16 a | 33,77 a | 7,24 a | 41,01 a |
| Crotalaria | | | | | | |
| 0-0,10 | 3,63 b | 1,50 a | 0,15 a | 33,46 a | 6,03 a | 39,48 a |
| 0,10-0,20 | 4,77 a | 1,49 a | 0,17 a | 34,82 a | 7,39 a | 42,21 a |
| 0,20-0,30 | 3,47 b | 1,51 a | 0,17 a | 35,55 a | 6,82 a | 42,37 a |
| 0,30-0,40 | 2,63 c | 1,52 a | 0,18 a | 36,20 a | 7,94 a | 44,13 a |
| Braquiaria | | | | | | |
| 0-0,10 | 3,32 b | 1,52 a | 0,15 a | 34,55 a | 6,30 a | 40,85 a |
| 0,10-0,20 | 4,92 a | 1,40 a | 0,14 a | 38,62 a | 6,26 a | 44,88 a |
| 0,20-0,30 | 3,93 b | 1,52 a | 0,16 a | 34,73 a | 7,41 a | 42,14 a |
| 0,30-0,40 | 3,24 c | 1,53 a | 0,16 a | 35,98 a | 5,00 a | 40,97 a |
| CV (%) | 19,24 | 5,64 | 12,53 | 17,23 | 23,19 | 11,03 |

^{ns} = Não significativo; * Significativo ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna comparam coberturas do solo nas mesmas profundidades e minúsculas na coluna comparam as profundidades dentro de cada cobertura avaliada, que não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 2. Correlações de Pearson entre os valores de resistência a penetração (RP), densidade do solo (Ds) e Umidade volumétrica (Uv), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e porosidade total (PT), num Latossolo Vermelho, após três de semeadura direta, no Cerrado mineiro.

| Variáveis | Ma | Mi | PT | RP | UV |
|-----------|---------|---------|--------------------|--------------------|---------|
| Ds | - 0,54* | - 0,94* | - 0,65* | - 0,99* | - 0,23* |
| Ma | | 0,28* | 0,99 ^{ns} | 0,62 ^{ns} | 0,94* |
| Mi | | | 0,41* | 0,93** | - 0,06* |
| PT | | | | 0,72 ^{ns} | 0,89* |
| RP | | | | | 0,32* |

* Significativo ($p < 0,01$) e ** ($p < 0,05$), ns = não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).